

Universidad de Extremadura
Departamento de Biología y Producción de los Vegetales



Universidade de Évora
Departamento de Fitotecnia



TESIS DOCTORAL

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO
POSCOSECHA DE LA CIRUELA
‘REINA CLAUDIA VERDE’

Maria da Graça Teles de Sousa Pacheco de Carvalho Ribeiro

Badajoz, 2006

Universidad de Extremadura
Departamento de Biología y Producción de los Vegetales

Universidade de Évora
Departamento de Fitotecnia
(Laboratório de Tecnologia e Pós-colheita)

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO
POSCOSECHA DE LA CIRUELA
‘REINA CLAUDIA VERDE’

Maria da Graça Teles de Sousa Pacheco de Carvalho Ribeiro

Directores: María Josefa Bernalte García
 Ana Cristina Agulheiro-Santos

Badajoz, 2006

AGRADECIMENTOS

El trabajo que ha permitido llegar a la conclusión de esta Tesis Doctoral fue realizado durante ocho años en el Laboratorio de Tecnología e Pós-colheita de la Universidad de Évora y en el Departamento de Biología y Producción de los Vegetales de la Universidad de Extremadura donde está inscrito este trabajo. Su realización solo fue posible gracias a la ayuda constante de Dios y a la colaboración de muchas personas a quien, con enorme satisfacción y reconocimiento, quiero expresar mis agradecimientos.

A mis queridas directoras de tesis: M^a Josefa Bernalte García por toda su dedicación, transmisión de conocimientos, tiempo y paciencia durante este trabajo, no dejando nunca que me desanimara, incluso en las situaciones más complicadas, y Ana Cristina Aguilheiro-Santos por su enorme apoyo y amistad, por todo lo que me enseñó y enseña y por su permanente disponibilidad para ayudar y disminuir las dificultades en los períodos más difíciles.

A todos los alumnos, colegas y funcionarios de la Universidade de Évora y de la Escola Superior Agrária de Elvas que de una forma o de otra prestaron su preciosa colaboración y participación activa en la realización de los trabajos de campo y de laboratorio.

A M^a José Santos del CEPTA - Centro de Estudos de Produção e Tecnologia Agrícola en Instituto Superior de Agronomia, por su ayuda fundamental y su entera disponibilidad en el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos a lo largo de todos los trabajos realizados.

A la cooperativa Fruteco – Fruticultura Integrada, Lda. Estremoz y a todos los colaboradores, especialmente a D. Jerónimo Cavaco y D. João Mota Barroso por todas las muestras suministradas, así como por las facilidades prestadas en todo momento de recogida de material vegetal y uso de sus instalaciones.

A Mercedes Lozano y a Teresa Hernández Méndez del INTAEX - Instituto Tecnológico Agroalimentario de Extremadura por toda la disponibilidad, colaboración y entusiasmo contagiante.

A mis padres por todo lo que me enseñaron y enseñan.

Finalmente a los mayores sufridores de este trabajo, Rui Pedro, Joao Bernardo, Carlota y Tomás, por todo el tiempo que no he podido estar disfrutando con vosotros.

ÍNDICE

<i>RESUMEN</i>	1
<i>I. INTRODUCCIÓN</i>	5
<i>I.1. GENERALIDADES</i>	5
I.1.1. Producción	5
I.1.2. Origen	7
I.1.3 Descripción	8
<i>I.2. FISIOLOGÍA Y BIOQUÍMICA</i>	11
I.2.1. Respiración	13
I.2.2. Maduración	16
<i>I.3. CONSERVACIÓN POSCOSECHA</i>	18
I.3.1. Conservación frigorífica	21
I.3.2. Conservación en atmósfera modificada	25
I.3.2.1. Utilización de películas plásticas	29
I.3.2.2. Atmósferas modificadas en ciruelas	32
I.3.3. Conservación a temperatura ambiente (vida útil)	33
<i>I.4. EVALUACIÓN DE CALIDAD EN FRUTOS</i>	35
I.4.1. Calidad instrumental	38
I.4.1.1. Color	39
I.4.1.2. Textura	45
I.4.1.3. Azúcares	51
I.4.1.4. Acidez	54
I.4.2. Calidad sensorial	55
I.4.2.1. Características visuales	58
I.4.2.2. Sabor/Olor	60
I.4.2.3. Textura	62
I.4.3. Calidad instrumental versus calidad sensorial	64
<i>I.5. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS</i>	67

II. MATERIAL Y MÉTODOS	71
II.1. MATERIAL	71
II.1.1. Metodología utilizada en la recogida y acondicionamiento del material vegetal	71
II.1.2. Diseño experimental	73
II.1.2.1. Caracterización de distintos estados de maduración	73
II.1.2.2. Estudio de la evolución de los frutos en refrigeración	73
II.1.2.2.1. Evolución de los frutos provenientes de diferentes plantaciones	74
II.1.2.3. Estudio de la evolución de los frutos conservados en atmósfera modificada	75
II.1.2.4. Evaluación del comportamiento de los frutos durante la vida útil (comercial)	76
II.2. MÉTODOS	85
II.2.1. Análisis físicos	85
II.2.1.1. Pérdida de peso	85
II.2.1.2. Color	86
II.2.2. Análisis mecánicos	86
II.2.2.1. Punción de la piel	88
II.2.2.2. Penetración de la piel	88
II.2.2.3. Penetración de la pulpa	89
II.2.3. Análisis químicos	90
II.2.3.1. Sólidos solubles totales	90
II.2.3.2. pH y Acidez	91
II.2.4. Análisis sensorial	92
II.2.5. Análisis estadístico	94
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	97
III.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS DISTINTOS ESTADOS DE MADURACIÓN	97
III.1.1. Caracterización nutricional de ciruelas	101

III.2. ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LOS FRUTOS EN REFRIGERACIÓN 104

III.2.1. Evolución de los frutos en la campaña 1	104
III.2.1.1. Pérdida de peso	104
III.2.1.2. Color	106
III.2.1.3. Parámetros reológicos	109
III.2.1.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable	115
III.2.2. Evolución de los frutos en la campaña 2	116
III.2.2.1. Pérdida de peso	116
III.2.2.2. Color	119
III.2.2.3. Parámetros reológicos	120
III.2.2.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable	128
III.2.3. Evolución de los frutos provenientes de diferentes plantaciones	132
III.2.3.1. Pérdida de peso	132
III.2.3.2. Color	133
III.2.3.3. Parámetros reológicos	136
III.2.3.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable	142

III.3. ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LOS FRUTOS CONSERVADOS EN ATMÓSFERA MODIFICADA 146

III.3.1. Evolución de los frutos en la campaña 1	146
III.3.1.1. Pérdida de peso	146
III.3.1.2. Color	149
III.3.1.3. Parámetros reológicos	151
III.3.1.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable	155
III.3.2. Evolución de los frutos en la campaña 2	158
III.3.2.1. Pérdida de peso	158
III.3.2.2. Color	160
III.3.2.3. Parámetros reológicos	161
III.3.2.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable	168
III.3.3. Evolución de los frutos y análisis sensorial en la campaña 3	171
III.3.3.1. Pérdida de peso	172
III.3.3.2. Color	173

III.3.3.3. Parámetros reológicos	176
III.3.3.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable	181
III.3.3.5. Evaluación Sensorial	184
III.3.3.6. Correlaciones entre los diferentes atributos sensoriales y la evaluación global	189
III.3.3.7. Correlaciones entre atributos sensoriales y parámetros instrumentales relacionados	190
 <i>III.4. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FRUTOS DURANTE LA VIDA ÚTIL (COMERCIAL)</i>	197
III.4.1. Estudio de la vida útil de os frutos en la campaña 1	197
III.4.1.1. Pérdida de peso	197
III.4.1.2. Color	200
III.4.1.3. Parámetros reológicos	203
III.4.1.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable	207
III.4.2. Estudio de la vida útil de los frutos en la campaña 2	210
III.4.2.1. Pérdida de peso	210
III.4.2.2. Parámetros de color	211
III.4.2.3. Parámetros reológicos	212
III.4.2.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable	217
III.4.3. Estudio de la vida útil de los frutos en la campaña 3	220
III.4.3.1. Pérdida de peso	220
III.4.3.2. Parámetros de color	222
III.4.3.3. Parámetros reológicos	224
III.4.3.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable	227
 <i>IV. CONCLUSIONES</i>	233
 <i>V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</i>	237
 <i>ANEXOS</i>	

RESUMEN

En este trabajo se ha realizado una caracterización de ciruelas ‘Reina Claudia verde’ y se ha estudiado el comportamiento de las mismas durante la poscosecha. La ciruela ‘Reina Claudia verde’ es autóctona de la región de Estremoz/Borba en el Alentejo, Portugal, con Denominación de Origen Protegida, posee características organolépticas excepcionales, y es una fruta muy apreciada por los consumidores.

Durante la campaña de ciruela tienen lugar picos en la producción y se acumula en la Cooperativa gran cantidad de fruta en un corto espacio de tiempo, no siendo posible llevar al consumidor los frutos en óptimas condiciones. Como consecuencia de este aumento de oferta, los precios bajan y la calidad de los frutos se puede ver afectada, siendo importante desarrollar técnicas de conservación que permitan ofrecer a los consumidores frutos en buenas condiciones, durante más tiempo sin que pierdan sus características tan particulares de sabor y olor.

Se plantearon distintos diseños experimentales, durante cuatro campañas de producción, con los objetivos que se indican:

- Caracterización y distinción de ciruelas en diferentes estados de maduración
- Estudio de la evolución de las ciruelas almacenadas en refrigeración
- Estudio de la evolución de las ciruelas conservadas en atmósfera modificada
- Evaluación del comportamiento de las ciruelas durante la vida útil

El análisis de los resultados indica que el estado de maduración de las ciruelas en el momento de la cosecha es determinante. Las ciruelas se pueden conservar hasta 35 días con una calidad aceptable, tanto si se utiliza refrigeración como atmósfera modificada (empleando la película Pplus®). Después de su conservación en frío, las ciruelas pueden permanecer hasta 3 días a temperatura ambiente, manteniendo sus características sensoriales.

La pérdida de peso, el parámetro a^* de color, los parámetros reológicos y el análisis sensorial son los métodos más apropiados para evaluar de forma sencilla la evolución y el estado de las ciruelas en el período poscosecha.

ABSTRACT

In this work a characterization of 'Reina Claudia verde' plums has been carried out and its behaviour during postharvest has been studied. 'Reina Claudia verde' plum is autochthonous from Estremoz/Borba area in the region of Alentejo, Portugal, with Protected Designation of Origin. It has excellent organoleptic characteristics and is very appreciated by consumers.

During the season there are peaks in the production of plums and a great amount of fruit can be accumulated in the cooperative stores in a short period of time, and sometimes the fruit arrive to market not in the best conditions. As a consequence of the supply increase, the prices go down and the fruit quality can be affected. By these reasons it is very important to develop postharvest storage techniques that allow offering the consumers high quality fruit, with its particular flavour and aroma, as long as possible.

Different experimental designs were planned, during four plum seasons, with the following objectives:

- Characterization and distinction of plums in different ripening stages
- Study of plums evolution during refrigerated storage
- Study of plums evolution during modified atmosphere storage
- Evaluation of plums behaviour during shelf-life

The analysis of the results shows that the ripening stage of plums at harvest time is very important. Plums can be stored up to 35 days with good quality both under refrigeration and modified atmosphere (using Pplus® film). After the refrigerated storage plums can be held at room temperature up to 3 days, keeping their sensory characteristics.

Weight loss, a* colour parameter, rheological parameters and sensory analysis are the most appropriated methods to evaluate in a simple way the evolution and state of 'Reina Claudia verde' plums during the postharvest.

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

I. 1. GENERALIDADES

I.1.1. Producción

La ciruela ‘Reina Claudia verde’ (*Prunus Domestica* L. ssp. domestica) es un fruto con Denominación de Origen Protegida reconocida por decreto nº 49/94 20/01, producido en el Alentejo, sur de Portugal, con interés económico y social importante en dicha región.

Se produce todavía en pequeñas parcelas de árboles dispersos, pero la mayoría se cultiva ya en plantaciones modernas conducidas de acuerdo con las técnicas actuales. Las áreas de producción se han mantenido estables desde 2000, con 1.953 ha, hasta 2005 con 2.000 ha (datos provisionales). La producción en Portugal en el año 2005 fue de 16.500 toneladas (FAO, 2006). En Francia, un productor importante de este cultivar de ciruela, en el año 2000 se produjeron 203 571 t, y en el 2001 se asistió a un aumento de cerca del 33% con una producción de 271 579 t. La producción mundial en 2003, fue de 10,1 millones de toneladas, siendo China el mayor productor con 4,2 millones (Ertekin *et al.*, 2006).

En España, a lo largo de los últimos 15 años se observa un aumento del rendimiento de la superficie en producción de ciruelo en general, ya que la superficie de plantación se ha mantenido (Tabla 1.1).

El año 2003 fue particularmente interesante ya que tanto las importaciones como las exportaciones aumentaron, así como la producción, con 230. 314 toneladas, de las cuales el 33,75% correspondieron a Extremadura y el 24,07% a la Región de Murcia (Anuario Estadística Agroalimentaria, 2004).

La ciruela ‘Reina Claudia verde’ es un fruto de tamaño medio, cuyo epicarpio de color verde evoluciona a amarillo dorado en plena madurez. La pulpa es amarillo-verdosa, firme y se separa muy fácilmente del hueso, muy sabrosa y de aroma agradable. Como la mayoría de

los productos hortofrutícolas, es un fruto altamente perecedero, de producción estacional y con un periodo poscosecha corto.

Tabla 1.1 - CIRUELO: Serie histórica de superficie, rendimiento, producción, precio, valor y comercio exterior

Años	Superficie en plantación regular		Árboles diseminados (ml árboles)	Rendimiento de la superficie en producción (qm/ha)	Producción (ml ton)	Precio medio percibido por los agricultores (euros/100kg)	Valor (ml euros)	Comercio exterior (toneladas)	
	Total (ml ha)	En producción (ml de ha)						Import.	Export.
1990	21,0	18,6	990	62,0	126,2	50,21	63.37	1.565	17.93
1991	21,3	19,0	914	79,7	151,4	49,61	75.11	2.015	35.69
1992	21,2	19,0	876	76,4	145,5	34,98	50.91	3.823	35.52
1993	21,3	19,0	828	77,4	157,1	33,54	52.69	2.069	50.23
1994	21,2	19,5	800	72,1	148,5	38,09	56.56	4.970	44.55
1995	20,3	18,7	857	62,2	124,2	52,83	65.62	5.898	37.08
1996	20,3	18,9	880	72,7	147,0	39,76	58.45	5.864	43.37
1997	20,0	18,5	848	79,7	158,5	34,37	54.48	5.478	71.73
1998	20,1	18,3	802	75,8	146,5	53,19	77.92	5.503	45.64
1999	20,0	18,0	718	83,6	160,3	41,10	65.88	8.126	66.37
2000	18,4	16,8	948	93,8	168,0	39,30	66.04	7.712	63.22
2001	19,1	17,1	724	83,9	149,7	42,68	63.91	9.457	68.65
2002	19,2	17,7	755	112,6	210,9	41,25	86.99	9.640	74.94
2003	20,4	19,1	712	115,0	230,3	61,78	142.29	9.918	88.47
2004 (prov.)	-	-	-	-	145,5	66,24	96.38	-	-

Fuente: <http://faostat.fao.org>

La extensión de su época de comercialización, a través de una conservación adecuada, respetando los criterios y las exigencias del consumidor y manteniendo los patrones de calidad asociados a los productos con Denominación de Origen Protegida, puede ser una forma de valorizar los productos regionales contribuyendo al desarrollo de las regiones más desfavorecidas.

1.1.2. Origen

El ciruelo es considerado una de las especies con origen más antiguo. Huesos de esta especie fueron descubiertos en las cavernas de la edad de piedra. Algunos consideran que el ciruelo tuvo origen genético en otras prunoideas como los melocotoneros, albaricoqueros y cerezos. El género *Prunus* constituye un grupo genéticamente muy complejo, teniendo

diversas descripciones morfológicas. De acuerdo con Barroso (1990), se han desarrollado tres centros de origen: Europa, Asia y América, que han dado lugar a las especies actuales.

Según su origen existen muchas cultivares de ciruela, con colores y formas diversas que van del amarillo al negro y de las esféricas hasta las ovales. Los sabores y aromas son igualmente distintos, desde el ácido astringente hasta el muy dulce. Su gran variabilidad de características las hace adecuadas para diferentes usos. Las del tipo Japonés se emplean esencialmente como fruto de mesa, destinándose un pequeño porcentaje para secado (pasas). Las ciruelas del tipo Europeo se usan mayoritariamente para procesamiento industrial, para secado (pasas), conservas, dulces, compotas o mermeladas, siendo también consumidas en fresco. El zumo de ciruela es utilizado como laxante y las ciruelas trituradas en la alimentación de los bebés. En algunas partes de Europa las ciruelas son fermentadas y destiladas para hacer “brandy” y el exquisito licor “Zwetschkenwassen” en Alemania (Cobianchi *et al.*, 1989; Massapina, 1991; Combrink, 1993; Vargas, 2003).

En 2002, la revista FTCSC (Food Technology Comercial Space Center) de la NASA (Aeronautics and Space Administration) informó del comienzo de una colaboración con CDPB (California Dried Plum Board) con el objetivo de divulgar el estudio de la utilización de extractos de ciruelas pasas en la alimentación de los astronautas, ya que se comprobó sus beneficios retardando la oxidación de los lípidos, la reducción del crecimiento de los gérmenes patógenos y su efecto positivo en el nivel y mantenimiento de la masa corporal, que es un grave problema de los astronautas.

1.1.3. Descripción

La cultivar ‘Reina Claudia verde’ pertenece a la especie *Prunus domestica* L. Son del tipo Europeo y de acuerdo con Watkins (1995) pertenecen al subgénero *Prunophora*, siendo sus ancestrales posibles la *Prunus insititia*, la *Prunus cereasifera* y la *Prunus spinosa*. Es un fruto de tamaño medio a pequeño, esférico ligeramente achatado en los polos, con un surco largo transversal. La epidermis es lisa y verde, recubierta de pruina, una cera de protección característica de algunos frutos que los hace impermeables al agua (figura 1.1).



Figura 1.1: Ciruelas ‘Reina Claudia verde’

En la madurez su color cambia de verde a amarillo dorado, su sabor y aroma inicialmente ácido cambia a dulce con aromas propios y muy característicos de esta cultivar. Son frutos muy apreciados por los consumidores ya que presentan una buena textura de la pulpa (muy succulenta), con un elevado contenido en azúcares, que evolucionan bien, con un aroma y bouquet muy particulares. Son también muy

resistentes al transporte, al rajado y a las enfermedades. En el hueso se encuentra la semilla con un sabor ácido y amargo debido a la presencia de ácido cianídrico/prúsico y contiene amigdalina, un glucósido que se convierte en cianuro en contacto con los jugos digestivos. Esta contiene un aceite que se recomienda para el tratamiento de ciertos casos de sordera (Vargas, 2003).

Las ciruelas “Reina Claudia verde” son utilizadas para el consumo en fresco, pasas y compotas, siendo además empleadas en la confitura de las típicas Ameixas D’Elvas, un producto con Denominación de Origen Protegida (DOP), reconocida por el decreto nº 49/94 de 20/01/94, registro del reglamento CE nº 1107/96 de 12/06/96. Esta denominación fue creada con la finalidad de revalorizar dicho cultivo en el Alentejo. Por el hecho de ser un producto DOP la ciruela tiene que ser producida de acuerdo con las reglas establecidas en el libro de especificaciones, que incluye las condiciones de producción, de conducción de cultivo, de cosecha de los frutos, de secado o transformación y del acondicionamiento del producto (Carvalho, 2001).

El consumidor, cada vez más exigente con su alimentación, elige los productos más naturales, sin aplicación de sustancias químicas y que satisfagan sus ritmos y necesidades de

vida. La ciruela ‘Reina Claudia verde’ es un alimento muy adecuado ya que es naturalmente rica en compuestos antioxidantes, minerales y vitaminas.

El valor nutritivo de los alimentos es, hoy en día, una preocupación creciente del consumidor. Su exigencia deriva de su mayor conocimiento y de la necesidad de satisfacer sus requerimientos nutritivos. Uno de los factores más importantes que influyen en la decisión de compra de ciruelas y otros frutos de hueso es su beneficio para la salud (“safe to eat and healthy”) (Wolf *et al.*, 2003).

Como la mayoría de los frutos, los del género *Prunus* tienen bajo contenido en grasa, siendo los carbohidratos su principal fuente de energía y son, además, una importante fuente de fibra en la dieta. Los *Prunus* son conocidos por su importante papel en el normal funcionamiento digestivo. Esto se atribuye a la combinación de los oligosacáridos, fibra soluble en agua, sales de magnesio y presencia de sorbitol (Somogyi *et al.*, 1996; Lozano *et al.*, 2001).

Beals y Fulgoni (2005) evaluaron la asociación entre el consumo de melocotón, ciruelas y nectarinas, ingestión de nutrientes y los parámetros de salud utilizando el NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) entre 1999 y 2002, y encontraron una relación positiva entre el consumo de estos frutos y la mejora de las medidas antropométricas y la reducción del riesgo de hipertensión. En Turquía, Çalişir *et al.* (2005) evaluaron la composición química y las propiedades tecnológicas de ciruelas silvestres, especialmente su contenido en minerales, confirmando sus niveles elevados y su interés como alimentos.

Según Stacewicz-Sapuntzakis *et al.* (2001), la acción laxante de los *Prunus* es debida a su alto contenido en sorbitol pero su mecanismo de acción todavía no es conocido. Los mismos autores refieren que, además, los *Prunus* son una buena fuente de energía en forma de azúcares simples, poseen alto contenido en compuestos fenólicos, como los ácidos clorogénico y neoclorogénico, que pueden ayudar en su acción laxante. El ácido clorogénico es ampliamente reconocido por su actividad antioxidante en las lipoproteínas humanas de baja densidad, su efecto antimutagénico y anticarcinogénico y capacidad para rebajar los niveles de glucosa. Los compuestos fenólicos tienen un papel importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares (Chun y Kim, 2004).

Kim *et al.* (2003) estudiaron la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos en diferentes cultivares de ciruelas y los compararon con manzanas 'Gala' concluyendo que la capacidad antioxidante de las ciruelas es muy superior a la de las manzanas, sugiriendo que se debería incrementar el consumo de estos frutos, ya que las frutas y hortalizas con alto contenido de fitoquímicos¹ inhiben, previenen o retardan las enfermedades crónicas. Gil *et al.* (2002) estudiaron la capacidad antioxidante y el contenido en compuestos fenólicos, carotenoides y vitamina C de diferentes cultivares de nectarinas, melocotones y ciruelas de California y verificaron una elevada correlación (0,93-0,96) entre el contenido en compuestos fenólicos y la actividad antioxidante de estos frutos, siendo las ciruelas las que presentaron la mayor actividad antioxidante. Los mismos autores aconsejan el consumo de 2 a 4 frutos por día.

Cevallos-Casals *et al.* (2006) encuentran en ciruelas y melocotones una correlación de $r^2=0,83$ entre los mismos parámetros, confirmando el elevado interés del consumo de estos frutos por sus propiedades beneficiosas en la prevención de reacciones degenerativas producidas por oxígeno reactivo y la peroxidación de los aceites en los alimentos. Estos autores refieren, además, el efecto antimicrobiano de los compuestos fenólicos y las propiedades colorantes de las antocianinas en la sustitución de los colorantes sintéticos en los alimentos. Las antocianinas son flavonoides, compuestos fenólicos que se encuentran naturalmente en diferentes tejidos de la planta, y son responsables de sus coloraciones, pero son sustancias muy susceptibles de alteración durante el procesado y el almacenamiento de los frutos (Wesche-Ebeling *et al.*, 1996).

A pesar de la gran cultivar de frutos de hueso en el mercado, existe una continua necesidad de desarrollar nuevos cultivares que se adecuen a los cambios de la industria, aumentando las zonas de producción, modernizando las técnicas de cultivo, utilizando menos productos fitosanitarios, mejorando la calidad, promoviendo la utilización de las mejores técnicas poscosecha y aumentando el conocimiento de los efectos beneficiosos del consumo de estos productos (Byrne, 2005).

¹ compuestos químicos de origen vegetal y de efectos beneficiosos para la salud, también llamados nutraceuticos

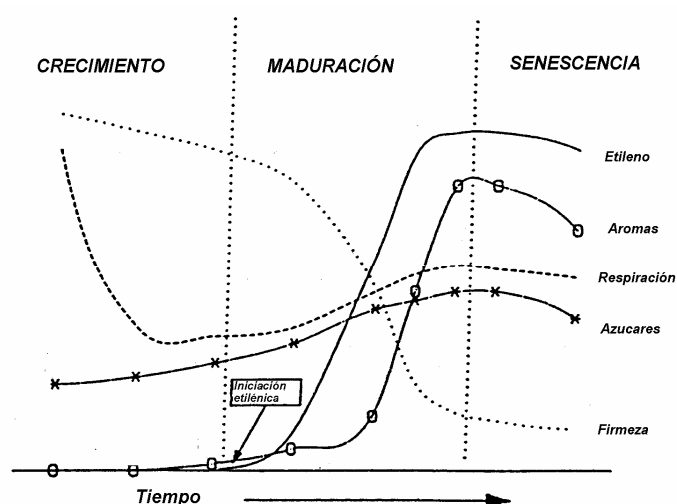
1.2. FISIOLOGÍA Y BIOQUÍMICA

Se puede considerar que la maduración corresponde a una serie de acontecimientos fisiológicos, bioquímicos y estructurales programados para cumplir la expresión de unos genes específicos (Grierson, 1987 citado por Pech *et al.*, 1994). El desarrollo del proceso de maduración depende de un delicado y complejo equilibrio entre hormonas inductoras (etileno y ácido abscísico) e inhibidoras (auxinas, citoquininas y giberelinas) que regulan los mecanismos bioquímicos (Belitz y Grosch, 1993; Wills *et al.*, 1999; López y Rodríguez, 2000).

La vida de los frutos puede dividirse en tres etapas fisiológicas fundamentales: el crecimiento, la maduración y la senescencia, sin embargo, no es fácil establecer una distinción entre ellas. Al crecimiento y maduración fisiológica suele hacerse referencia conjunta hablando de fase de desarrollo. La senescencia se define como un período durante el cual los procesos bioquímicos anabólicos (sintéticos) dan paso a los catabólicos (degenerativos), lo que conduce al envejecimiento y la muerte tisular.

En ciruelas, la fase de desarrollo, según Combrink (1993), se inicia durante las tres semanas después de la fecundación y consiste en la multiplicación celular y en la diferenciación de los tejidos, provocando un aumento del volumen, lo que conduce al tamaño final del fruto.

El análisis de las curvas de crecimiento de los frutos de hueso realizadas por Audergon y Souty (1994) (figura 1.2) permite distinguir tres fases a partir de la floración. Una primera fase de crecimiento rápido desde la floración, que se desarrolla y que es consagrada a la división celular intensa. La segunda fase es de ralentización general del crecimiento y que corresponde al endurecimiento del hueso. Una tercera fase de crecimiento rápido y que termina en el inicio de la maduración. Pech *et al.* (1994), refieren que la ralentización del desarrollo observada en la segunda fase puede ser interpretada como el resultado de una competición metabólica que conduce a la formación del hueso.



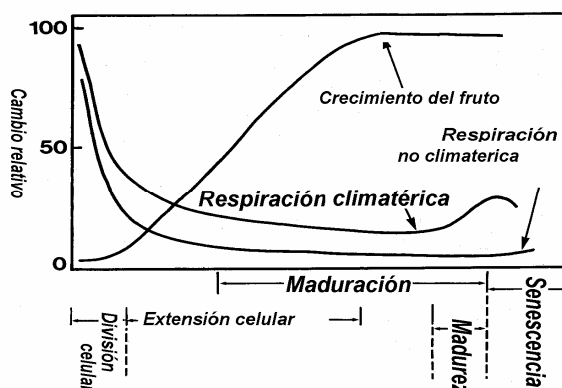
Fuente: Audergon y Souty, 1994

Figura 1.2: Modelo de la evolución de los frutos de hueso durante la maduración

Audubert y Chambonniere (1996) indican que en la ciruela Reina Claudia, seis semanas después de la floración el endocarpio alcanza prácticamente su tamaño definitivo, al mismo tiempo el embrión se desarrolla rápidamente; paralelamente, se producen incrustaciones de lignina en el interior de las células, es el engrosamiento del hueso. En el transcurso de este periodo de desarrollo, el número, el tamaño y la densidad de las células evolucionan rápidamente, asociadas a una actividad metabólica intensa. Se produce así mismo una acumulación de reservas que conducen a un aumento rápido del peso de los frutos.

Los frutos jóvenes almacenan carbono en forma de almidón, pero este es utilizado antes de que el fruto alcance la fase de crecimiento hasta maduración y las conversiones de almidón en azúcar no están involucradas en el proceso de maduración. En este periodo se producen una serie de cambios muy importantes en la composición y en el metabolismo de los frutos, como alteraciones hormonales y modificaciones en la actividad respiratoria. En las últimas etapas tienen lugar una serie de reacciones bioquímicas y químicas, que determinan las características del fruto, relativas a su color, aroma, sabor y textura y que hacen que pueda ser considerado comestible. Se pueden destacar: disminución de la firmeza; descenso del contenido de clorofilas y aumento de carotenoides y otros compuestos coloreados; incremento de diversos carbohidratos y descenso de los ácidos orgánicos y aumento de compuestos

aromáticos, lo que se traduce en el proceso de maduración del fruto (Wills *et al.*, 1999) (figura 1.3).



Fuente: Wills *et al.*, 1999

Figura 1.3: Los cambios relativos en el desarrollo de los frutos

1.2.1. Respiración

La respiración se puede describir, de forma sencilla, como la degradación oxidativa de los productos más complejos normalmente presentes en las células, como el almidón, los azúcares y los ácidos orgánicos, a moléculas más simples, como el dióxido de carbono y el agua, con liberación de energía y otras moléculas que pueden ser utilizadas en las reacciones sintéticas que tienen lugar en las células (Wills *et al.*, 1999). Los frutos, en general, se pueden clasificar en climatéricos y no climatéricos basándose en sus tasas respiratorias durante la maduración organoléptica. Los frutos climatéricos presentan un aumento repentino (pico climatérico) de su actividad respiratoria durante la maduración, mientras que los frutos no climatéricos exhiben un descenso gradual de su respiración durante la maduración (Seymour *et al.*, 1993).

Rhodes (1970) (citado por López y Rodríguez, 2000) sugiere que el término climatérico debe asociarse a una fase crítica de la vida del fruto, inducida por el etileno (hormona de la maduración), en la que sufre intensos cambios fisiológicos y metabólicos. En esta fase se van desarrollando una serie de transformaciones internas irreversibles que conducen a una degradación de los compuestos acumulados (hidrólisis, destrucción de las paredes pectocelulósicas, degradación de los ácidos orgánicos, activación de metabolitos secundarios

involucrados en la pigmentación de los frutos, etc), permitiendo el paso de un fruto no comestible a un fruto tierno, dulce, agradable a la vista y al paladar.

Desde el punto de vista fisiológico, estas transformaciones están acompañadas por una intensificación de la actividad respiratoria y se caracterizan por una liberación de etileno que va a jugar un papel de activador de la maduración. Esta fase es particularmente importante y brutal en los frutos de hueso que difieren de los de pepita por la rapidez e intensidad del pico climatérico (Audergon y Souty, 1994).

La importancia científica del etileno en frutos climatéricos reside en el hecho de que muchos de los diferentes aspectos de la maduración pueden ser manipulados o controlados a través del control de la producción de etileno (Watkins, 2002).

El etileno es considerado una hormona de la maduración ya que provoca una intensificación cada vez mayor de la emisión de dióxido de carbono, favoreciendo el transcurso de la maduración (Gorini, 1991).

En estudios con melocotón tardío de Calanda se ha observado que durante la maduración del fruto la actividad respiratoria se mantiene aproximadamente constante, hasta aumentar para alcanzar un máximo que coincide con el máximo en la producción de etileno, pero un descenso en la temperatura origina una disminución muy acusada en ambos (Jaime *et al.*, 2000).

Clásicamente, la ciruela ha sido catalogada como fruto climatérico típico (Brady, 1993; Vendrell y Carrasquer, 1994; Kader, 2002b), si bien existen cultivares como ‘Rubyred’ y ‘Shiro’ que exhiben un fenotipo de climaterio suprimido (Abdi *et al.*, 1997). Más recientemente Guillén *et al.* (2000), en estudio llevados a cabo con ciruela ‘Golden Japan’, han concluido que esta cultivar posee un comportamiento de tipo no climatérico durante su posrecolección.

Estudios llevados a cabo por el CTIFL (Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes) en 1995 han confirmado la existencia de una crisis climatérica en el transcurso de

la maduración de la ciruela ‘Reina Claudia’. Las primeras observaciones efectuadas revelan la aparición de un ‘pico de etileno’ en la fecha de maduración fisiológica. También Rato en 2003, afirma que las ciruelas ‘Reina Claudia verde’ (oriundas del Alentejo, Portugal), presentan un patrón respiratorio del tipo climatérico.

El nivel de etileno en ciruelas en pre-climaterio es extraordinariamente bajo, pero un aumento acompaña el pico respiratorio. En ciruelas ‘Santa Rosa’, las aplicaciones de etileno aumentan la acumulación de antocianinas y fenoles y estimulan el almacenamiento de azúcares en el fruto (Brady, 1993).

Por otro lado, la pruina tiene gran influencia sobre los cambios respiratorios; los frutos a los que se la ha retirado esta capa tienen una crisis climatérica mucho más marcada (Audubert y Chambonniere, 1996).

En general, el etileno puede influenciar la vida poscosecha de los frutos climatéricos y no climatéricos afectando a sus atributos cualitativos y al desarrollo de problemas y alteraciones fisiológicas en la poscosecha (Kader, 1985).

Zuzunaga *et al.* (2001) trataron ciruelas *Prunus salicina*, L. con 1 y 10 ppm de etileno durante 24 horas y almacenaron los frutos a 20° C durante 8 días. No se observó ninguna alteración significativa en el comportamiento de los frutos en los parámetros evaluados (producción de etileno, color, firmeza, acidez y sólidos solubles totales), exceptuando el color que presentó unos cambios más acelerados.

Los efectos del etileno en la apariencia externa, textura, sabor y valor nutritivo de los frutos han sido ampliamente estudiados (Kader, 1985; Watada, 1986; Saltveit, 1999). Palou *et al.* (2003) estudiaron el efecto de la exposición de algunos frutos climatéricos (melocotón, ciruelas, nectarinas y albaricoque) y no climatéricos (uvas de mesa) al etileno exógeno durante su conservación poscosecha en frío y concluyeron que, en general, los atributos cualitativos de los frutos climatéricos y no climatéricos no estaban afectados por los distintos niveles de etileno exógeno. Solamente en los albaricoques se vio un ablandamiento significativo de los frutos.

Por otra parte, el papel del etileno como activador de genes responsables de la senescencia es poco claro. El etileno está probablemente involucrado en la respuesta de la planta a señales externas como las lesiones, estrés ambiental o patogénico, pero el etileno parece no ser el activador directo de los genes responsables de la senescencia (Buchanan-Wollaston (1997) citado por Nilsson (2000)).

Por todo lo expuesto se constata que el papel del etileno en sus distintas funciones no está claro y sigue siendo un asunto muy discutido.

1.2.2. Maduración

En la bibliografía anglosajona revisada se hace referencia a los términos “maturation” y “ripening” para distinguir la maduración fisiológica (maturation) de la organoléptica (ripening). Jarén (1994) entiende por “ripeness” lo que se designa por maduración gustativa u organoléptica, siendo el momento óptimo para el consumo del fruto.

La definición de maduración del fruto tiene distintos significados, para el consumidor se refiere a los cambios de color, textura, sabor, aroma que convierten al producto en apto para el consumo. Para el productor, comerciante o distribuidor la maduración tiene aspectos adicionales que le preocupan como los cambios físicos y químicos que ocurren con el tiempo y que afectan a la calidad, susceptibilidad a bajas temperaturas, resistencia a infecciones etc (Romojaro y Riquelme, 1994).

Reid (2002) hace su definición basado en los términos del diccionario y entiende por maduro “aquello que completó su crecimiento y desarrollo natural”. Pero refiere que la mayoría de los fisiólogos poscosecha definen la maduración como “el estadio en que los productos alcanzaron un estado de desarrollo suficiente para que en su cosecha y durante la poscosecha mantengan el mínimo de calidad aceptable por el consumidor”. En el transcurso de la maduración tienen lugar en el fruto una sucesión de importantes cambios bioquímicos y fisiológicos que conducen al logro de las características sensoriales óptimas para el consumo (Romojaro y Riquelme, 1994). La maduración de los frutos va acompañada por profundas alteraciones en su composición química.

Se acepta generalmente que la maduración es una fase programada del desarrollo de los tejidos vegetales, en la que se han producido cambios en la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos al comienzo del periodo climatérico, que se traducen en la coordinación de ciertas reacciones bioquímicas, que se acentúan, y en la aparición de otras nuevas (Wills *et al.*, 1999).

La maduración del fruto obedece a un programa determinado genéticamente en el que se coordinan los cambios en la expresión génica de las diferentes transformaciones que tienen lugar durante el proceso (Zacarías y Alférez, 2000). En el proceso de maduración ocurren alteraciones en los compuestos formados durante el crecimiento y desarrollo de los frutos. Ese hecho permite a muchos frutos (climatéricos) madurar después de la cosecha aunque hayan sido cosechados en un estado poco maduro, siempre que la maduración fisiológica haya sido alcanzada (Macrae *et al.*, 1993). En la Tabla 1.2 se presenta esquemáticamente la evolución de los constituyentes químicos que más inciden sobre la calidad del fruto durante el desarrollo y maduración.

Tabla 1.2 Cambios de los constituyentes químicos durante la maduración

Criterio de calidad	Constituyente químico implicado		Modificaciones del criterio
COLOR	Clorofila ↓	Carotenos Xantofilas ↑ Favonoides Antocianos	Cambios de color de piel y pulpa Coloraciones amarillo-rojizas
SABOR	Almidón ↓ Ácidos orgánicos ↓ Taninos ↓	Carbohidratos ↑ Proteínas ↑	Aumento del dulzor Disminución de la acidez Aumento de la calidad nutritiva Disminución de la astringencia
AROMA		Compuestos aromáticos	Desarrollo del aroma y perfume
TEXTURA	Protopectinas ↓	Pectinas solubles ↑	Disminución de la dureza, ablandamiento del fruto

Fuente:(Romojaro *et al.*, 1996)

Los frutos de hueso, en general, sufren cambios similares, aunque cada una de las especies presenta peculiaridades propias que caracterizan su maduración.

Zuzunaga *et al.* (2001) realizaron un estudio en que se determinó la evolución de algunos parámetros físico-químicos relacionados con el crecimiento y la maduración de dos cultivares de ciruela ('Golden Japan' y 'Santa Rosa'), así como los reguladores del desarrollo etileno, ácido abscísico y poliaminas, durante el desarrollo y maduración, concluyendo que en el cultivar 'Santa Rosa', que presentó un patrón de maduración de tipo climatérico, estos cambios coincidían con el incremento en la tasa respiratoria, mientras que en 'Golden Japan', que mostró una maduración de tipo no climatérico, esto no se verificaba.

Saltveit (1996) y Abdi *et al.* (1997) estudiaron la producción de etileno a lo largo de la maduración mientras el fruto permanecía en el árbol, encontrando que dicha producción es mucho más baja que cuando el fruto se retira del árbol.

Según Audubert y Chamboniere (1996), el conocimiento de la evolución de las ciruelas 'Reina Claudia verde' en el árbol en fechas próximas a la maduración es un prerequisite indispensable para conseguir frutos de calidad. Estos autores utilizaron distintos criterios más o menos representativos de la calidad que permitieron determinar el estado de maduración de las ciruelas; entre los que están el color, el índice refractométrico (°Brix), la acidez y la firmeza.

Abdi *et al.* (2002) identificaron en frutos de hueso, algunos días antes de la maduración, 4 proteínas específicas y consideraron que basándose en ellas se podría desarrollar un análisis rápido que ayudase en la determinación de la fecha de recolección.

1.3. CONSERVACIÓN POSCOSECHA

La conservación poscosecha surge como una forma de aumentar el tiempo de conservación de los frutos, permitiendo un equilibrio entre la producción y las necesidades de consumo.

La correcta manipulación poscosecha de la fruta exige que se tenga en cuenta que se trata de estructuras vivas que tras la recolección siguen desarrollando los procesos metabólicos y manteniendo sus sistemas fisiológicos. Continúan respirando y transpirando y, como han perdido la fuente de agua y otras sustancias, dependen de sus reservas y de su propio contenido en agua; siendo, por tanto, productos perecederos (Wills *et al.*, 1999). La velocidad de deterioro de los productos hortofrutícolas es generalmente proporcional a su actividad respiratoria (Kader, 2002a).

El método más importante de reducir la velocidad de pérdida de agua exige disminuir la capacidad del aire del entorno de retener más agua. Esto se logra rebajando su temperatura y/o elevando su humedad relativa, es decir, reduciendo el déficit de presión de vapor entre el producto y el aire. El incremento de la humedad relativa del aire reduce el déficit de presión de vapor y, por tanto, la cantidad de agua evaporada del producto antes de que se sature el aire en su entorno. La pérdida de agua y el arrugamiento están más relacionados con el déficit de presión de vapor que con la humedad relativa, pero a temperatura constante (Grierson y Wardowski, 1978).

Las modernas cadenas de comercialización, que han incrementado la demanda de productos óptimos, han hecho imprescindible la aplicación de tecnologías poscosecha que permitan el mantenimiento de la calidad a lo largo de períodos de tiempo cada vez más largos. La calidad está estrechamente relacionada con la cantidad y tipo de constituyentes y estado de desarrollo en el momento de la cosecha. Las manipulaciones, tratamiento y sistemas de conservación poscosecha sólo pueden intentar que la maduración se complete adecuadamente y se conserve la calidad potencial inicial lo mejor posible. No olvidando que la maduración, la calidad y la capacidad de conservación dependen de diversos factores (Vendrell y Carrasquer, 1994).

La pérdida de agua, asociada a la transpiración, es la mayor causa de deterioro en términos cuantitativos (pérdidas de peso) y cualitativos, como el arrugamiento de la piel, pérdidas de textura y calidad nutritiva. La transpiración es el resultado de la interacción de una fuerza motriz, representada por el gradiente de presiones de vapor en la superficie del fruto, en equilibrio con los espacios intercelulares y la atmósfera exterior, y una resistencia

protagonizada por la piel y la capa de aire en contacto con la superficie del fruto (Correa, 1994).

La capacidad de conservación, composición química y otras características y comportamientos de frutos, incluidos los de hueso, reflejan en parte las condiciones ambientales y de cultivo a las que ha estado sometido el producto (Vendrell y Carrasquer, 1994).

De entre los factores que afectan a la calidad en la conservación, Kader (2002a) destaca los biológicos que están involucrados en el deterioro (respiración, producción de etileno, cambios en la composición, desarrollo y crecimiento, transpiración y pérdidas de agua, desórdenes fisiológicos, daños físicos y desordenes patológicos), y los ambientales (temperatura, humedad relativa, composición atmosférica, etileno, luz y productos químicos).

Según Romojaro *et al.* (1996) el periodo poscosecha de las frutas depende fundamentalmente de la producción de etileno, actividad metabólica y pérdida de agua. La producción de etileno es inversamente proporcional al periodo de conservación, que disminuye una vez iniciada la crisis climática.

El efecto de la conservación en frío puede ser ampliado si se combina con un control o una modificación de la atmósfera gaseosa que rodea al fruto (Macrae *et al.*, 1993; Fonseca *et al.*, 2002). La optimización de la calidad y la reducción de pérdidas en la cadena poscosecha de frutos y hortalizas son los principales objetivos de la tecnología poscosecha.

El nivel respiratorio y las rutas metabólicas pueden cambiar naturalmente a lo largo de los procesos de maduración y senescencia o por cambios artificiales en su ambiente de almacenamiento, i.e. temperatura y composición gaseosa circundante (Paul y Clarke, 2002).

La conservación es aún más determinante para la valoración de productos con corto periodo de vida poscosecha, como es el caso de las ciruelas, siempre que se mantengan los patrones de calidad que exigen los consumidores. Las ciruelas se conservan normalmente por refrigeración, congelación, embotelladas y por secado o deshidratación (Somogyi *et al.*,

1996). La utilización de atmósferas controladas y/o modificadas ha sido muy explorada para los transportes a larga distancia (Kader, 2000). En el caso particular de la ciruela ‘Reina Claudia’, y de acuerdo con Audubert y Chambonniere (1996), los métodos de conservación más frecuentes son la refrigeración para su consumo en fresco, o la deshidratación y la confitura. En la región de Elvas y Estremoz (Portugal) dichos frutos son confitados para la preparación de las típicas ‘Ameixas d’ Elvas’, producto con Denominación de Origen Protegida.

1.3.1. Conservación frigorífica

La temperatura es un factor determinante en el deterioro de los productos frescos y de la potencial vida útil y comercialización de los mismos (Thompson, 1998b).

Según Hardenburg *et al.* (1990), la refrigeración se recomienda porque:

1. retrasa el envejecimiento de los productos, concretamente la maduración, pérdida de textura y cambios en el color;
2. inhibe la incidencia de metabolismos indeseables y la producción de calor proveniente de la actividad respiratoria;
3. disminuye la pérdida de humedad y sus consecuencias;
4. minimiza las pérdidas por actuación de bacterias, hongos y levaduras;

La aplicación de bajas temperaturas es la tecnología más empleada si se desea prolongar el periodo de conservación de productos vegetales (Cano, 2000).

Es importante señalar la necesidad de aplicar temperaturas que no provoquen alteraciones metabólicas irreversibles. El principal proceso fisiológico posrecolección, común en todos los vegetales, que se ve afectado por las bajas temperaturas de conservación, es la respiración. Las bajas temperaturas disminuyen los valores de intensidad respiratoria y en frutos climatéricos retrasan el máximo climatérico (Cano, 2000).

La respiración puede disminuir progresivamente, aunque con intensidades diferentes, en función de la temperatura. El fenómeno de la respiración está íntimamente ligado con la

temperatura, ya que a baja temperatura los niveles respiratorios son bajos así como la emisión de calor, verificándose lo contrario a altas temperaturas (Gorini, 1991). La refrigeración consiste en el enfriamiento del producto por debajo de la temperatura ambiente pero por encima del punto de congelación, existiendo un valor óptimo que se considera la temperatura óptima de almacenamiento.

Una eficiente aplicación de bajas temperaturas provoca una disminución en la pérdida de peso derivada de la evaporación de agua en la superficie del fruto (la tasa de evaporación va a depender del vapor de agua que existe en la superficie), ya que cuando desciende la temperatura disminuye también la presión de vapor, aumentando la humedad relativa (Stephen, 1993; Romojaro *et al.*, 1996; López y Rodríguez, 2000). La presión de vapor del agua aumenta con la temperatura y cualquier reducción de la misma va a reducir la tasa de evaporación (Stephen, 1993).

Tanto en frutos climatéricos como en no climatéricos, al descender la temperatura disminuye el ritmo de deterioro, es decir, la calidad se mantiene más tiempo y aumenta la vida útil. Además, en el caso de los frutos climatéricos, se puede recurrir a las bajas temperaturas para retrasar el comienzo de la maduración organoléptica. Siempre que la fruta no sea sensible al frío, el incremento máximo de la vida útil se logra a temperaturas inferiores al intervalo en el que es posible la maduración organoléptica. Si se trata de un producto sensible al frío, la máxima retención de calidad se logra a una temperatura ligeramente superior a aquella en que comienza a producirse la lesión por frío, que tiene lugar a temperaturas bajas, pero superiores al punto crioscópico del producto (Wills *et al.*, 1999).

La lesión o daño por frío es una alteración fisiológica observada como consecuencia de la exposición de los tejidos a temperaturas bajas y produce un desequilibrio metabólico y de pérdida de compartimentación intracelular. La presentación de la lesión por frío es función del tiempo y la temperatura. La exposición durante un corto periodo a una determinada temperatura, por debajo de la temperatura umbral de enfriamiento, puede no conducir a la aparición de los síntomas de la lesión por frío, en un determinado producto. Exposiciones relativamente largas producen daños irreversibles, cuya extensión aumenta con el tiempo de exposición a las bajas temperaturas (Wills *et al.*, 1999).

La mayor causa de deterioro en frutos de hueso se atribuye a los daños por frío. Dichos daños se manifiestan en frutos duros (pulpa sin zumo), lanosos, secos, harinosos, con pardeamiento interno y pulpa translúcida. Sin embargo, hay una cultivar muy amplia de señales de dicho daño. En general, los cultivares de melocotón son más susceptibles que los de nectarina o ciruela (Crisosto y Mitchell, 2002).

Mitchell (1987) refiere que la utilización de bajas temperaturas inmediatamente después de la recolección permite mantener mejor la calidad de frutos de hueso. Los desórdenes internos o daños por frío, alteraciones en el color, maduración anormal y la posible invasión por microorganismos son agravados por las altas temperaturas a que los frutos son sometidos antes de la refrigeración. El mismo autor indica que los daños causados son similares a los que ocurren con los frutos tropicales y pueden acontecer a temperaturas superiores a las de refrigeración pero inferiores a 10°C.

Crisosto *et al.* (1999) estudiaron la susceptibilidad de algunos frutos de hueso (melocotón, nectarina y ciruela) a los daños por frío y demostraron la importancia de realizar una gestión individualizada de la temperatura de almacenamiento, ya que los frutos muestran distintos comportamientos de acuerdo con su susceptibilidad a las temperaturas.

La refrigeración es el método más empleado en el almacenamiento poscosecha de ciruela. Se utilizan otras técnicas complementarias o no como los tratamientos térmicos, las atmósferas modificadas y controladas.

Las ciruelas son frutos aptos para la conservación frigorífica breve, estableciéndose ésta en función de la utilización del producto (mercado interno, exportación, transformación industrial), de la tendencia a madurar regularmente tras la salida de las cámaras frigoríficas, de la resistencia del fruto a la descomposición interna, de la duración del periodo de maduración tras la recolección y, por último, de las condiciones edafoclimáticas. Las ciruelas tienen un punto de congelación que oscila entre -1,4 y -1,6°C, pero la temperatura de congelación más conveniente se encuentra en torno a los 0°C, con pequeñas variaciones dependiendo del cultivar (Cobianchi *et al.*, 1989). Según Thompson (2002), las ciruelas forman parte del grupo de frutos que se puede almacenar durante 10 días a 0°-2°C y a 85-95% de HR, sin que surjan problemas en su calidad.

De acuerdo con Westercamp (1996), que estudió la evolución de los frutos de ciruela ‘Reina Claudia’ en poscosecha en dos años consecutivos, 1994 y 1995, la refrigeración retrasa la pérdida de firmeza pero ésta se acelera cuando las ciruelas son colocadas a temperatura ambiente. El consumo debe hacerse entre 5-8 días después de la salida de los frutos de la cámara frigorífica, dependiendo del estado de madurez en la cosecha.

Plich *et al.* (1998) emplearon temperaturas entre 4,1 y -0,5°C para almacenar cinco cultivares de ciruela (*Prunus domestica* L.), ‘Valor’, ‘Bluefre’, ‘Amers’, ‘Stanley’ y ‘Dabrowiche’. Todos los frutos almacenados a 4°C presentaron graves daños después de 2 semanas de almacenamiento; sólo a 1° C fue posible el almacenamiento durante ese tiempo. A la temperatura de -0,5°C se redujo la producción de etileno, el ablandamiento y la pérdida de peso en comparación con el almacenamiento a altas temperaturas. Después de 4 semanas de almacenamiento a -0,5°C seguido de 3 días a temperatura ambiente, más del 90% de los frutos permanecían en buenas condiciones para el consumo.

Plich y Michalczuk (1999) estudiaron el efecto de las condiciones de almacenamiento y de la fecha de cosecha en el almacenamiento y la calidad de dos cultivares de ciruela (*Prunus domestica* L.), ‘Valor’ y ‘Bluefre’, concluyendo que la temperatura óptima era -0,5°C para las dos, ya que la producción de etileno y la pérdida de peso fueron mínimas a dicha temperatura. Los frutos cosechados más tempranamente fueron los menos susceptibles a alteraciones poscosecha.

Plich (2000) refiere que, además de la importancia de la temperatura, la velocidad de aparición de alteraciones internas está íntimamente correlacionada con el potencial genético del cultivar, el estado de maduración en la cosecha, la tendencia al arrugamiento y la sensibilidad del fruto a utilización de atmósferas modificadas.

En ciruelas japonesas (*Prunus salicina*) de los cultivares ‘Black Amber’, ‘Climax’, ‘Stanley Beauty’ y ‘Bluefree’, los estudios de su comportamiento poscosecha muestran que éstas pueden ser almacenadas a 1°C durante 4 a 8 semanas (Dundar *et al.*, 1997).

Diferentes cultivares de ciruela ('Bleue de Belgique', 'Belle de Louvain', 'Reine Claude d'Althan' y 'Monsieur Hatif') fueron cosechados antes y en la fecha óptima de cosecha, la mitad fueron almacenadas a 5°C y 90-98% de HR y la otra mitad a 18°C y 70% de HR, concluyéndose que las bajas temperaturas retrasan el desarrollo del metabolismo péctico, la pérdida de firmeza y la aparición de descomposición interna (internal breakdown). El cultivar 'Reine Claude d'Althan' fue el que presentó un mayor tiempo de almacenamiento al contrario del cultivar 'Belle de Louvain' que perdió rápidamente su firmeza y flavor (Peirs *et al.*, 2000).

Kluge *et al.* (1997) estudiaron el efecto que la aplicación de la combinación de dos temperaturas consecutivas en ciruelas 'Santa Rosa' tenía en la aparición de descomposición interna. Los resultados demostraron una menor incidencia del oscurecimiento en los frutos sometidos a 0°C seguida de 7,5°C, pero la firmeza de la pulpa presentó una disminución acentuada en todos los casos.

Más recientemente en estudios sobre la aplicación de aire frío forzado en ciruelas 'Santa Rosa' en la poscosecha y antes de su manipulación (en el envasado, durante el almacenamiento o transporte) se ha concluido que este procedimiento puede prevenir o retrasar problemas, ayudando a mantener la calidad de la fruta y prolongar su vida útil (Martínez-Romero *et al.*, 2003).

1.3.2. Conservación en atmósfera modificada

La creciente preferencia de los consumidores por alimentos frescos de calidad, sin aditivos ni conservantes impulsó el crecimiento y desarrollo de nuevas técnicas que, cumpliendo este requisito fundamental, permitan alargar al máximo el periodo de consumo. Durante las últimas décadas se ha producido, en este contexto, el rápido crecimiento del empaquetado de alimentos en atmósfera modificada (Parry, 1993).

Beaudry (1999), citando a Varro (1800), refiere que ya en la Era Romana se utilizaba dicha técnica para conservar granos de cereales; posteriormente Berard (1821), con los primeros estudios científicos de conservación, descubre que los frutos utilizan O₂ y producen CO₂ y que la eliminación de O₂ de la atmósfera de almacenamiento prevenía la maduración.

Kidd y West (1930), 100 años más tarde, demuestran el efecto de estos gases en la conservación de manzanas.

El envasado en atmósfera modificada es un método de empaquetado que implica la sustitución del aire del interior del envase por un gas, o mezcla de gases, que depende del tipo de producto (Parry, 1993).

La gran mayoría de los frutos frescos y vegetales pueden mantener la calidad durante periodos de tiempo mayores en atmósferas con bajos niveles de O_2 y elevados niveles de CO_2 (Talasila *et al.*, 1995). Alterando la composición de los gases del ambiente se reduce el crecimiento microbiano y la velocidad de las reacciones químicas internas o de intercambio con el medio, que pueden conducir a la alteración y/o pérdida de calidad del alimento. Estos efectos beneficiosos se ven lógicamente potenciados con la reducción de la temperatura, por lo que en la práctica esta técnica se aplica conjuntamente con la refrigeración (Catalá, 1997).

La composición de la atmósfera de un envase se puede modificar por sustitución mecánica del aire (modificación activa) o por generación de la atmósfera modificada. La sustitución mecánica del aire puede realizarse por barrido gaseoso o por vacío compensado.

La generación de la atmósfera modificada puede tener lugar de forma pasiva, por la propia respiración de los frutos y hortalizas que continúan respirando una vez recolectados, consumen O_2 y liberan CO_2 y vapor de agua (Tornadijo y Fresno, 2004). En la modificación activa se realiza un ligero vacío, reduciendo el espacio de cabeza, y se reemplaza la atmósfera del interior del paquete con una mezcla adecuada de O_2 , CO_2 y N_2 acelerando el establecimiento de la atmósfera de equilibrio. El resultado es el mismo, solamente el tiempo para alcanzar el equilibrio es diferente (Zagory, 2000). Macrae *et al.* (1993), refieren una semana o más para que una atmósfera pasiva alcance las condiciones gaseosas de una atmósfera activa.

El envase activo es un concepto innovador, se trata de un envase que cambia sus condiciones para prolongar la vida útil, o promover la seguridad o las propiedades sensoriales manteniendo la calidad del producto (Vermeiren *et al.*, 1999). Además del envasado activo

surgió el envasado inteligente, que se puede definir como aquellas técnicas de envasado en las que se aplica, externa o internamente, un indicador para generar una historia activa del producto que permite determinar su calidad. Se utiliza conjuntamente con los otros métodos de envasado. En sí mismo no modifica ninguna característica del alimento o del envase, pero da al consumidor una información detallada de él (Torres Zapata *et al.*, 2005).

La utilización del envasado en atmósfera modificada permite el aumento del tiempo de vida útil por disminución de la respiración, mantenimiento de la apariencia debido a reducción del desarrollo del color, de la textura y de la calidad por disminución del crecimiento de microorganismos y retención del aroma y sabor por reducción de la utilización de los azúcares durante la respiración. Esta técnica de envase no imprime más calidad pero reduce su pérdida (Zagory, 2000).

Las diferencias entre la atmósfera interior y exterior del envase crea un gradiente, que de acuerdo con la Ley de Fick, va a conducir a la entrada de O₂ y salida de CO₂ del envase (Beaudry *et al.*, 1996). La atmósfera deseada se establece de forma más o menos lenta, hasta que se alcanza una atmósfera de equilibrio. La dinámica que conduce al estadio de equilibrio depende de diversos factores: relativos al producto (principalmente el peso y la tasa respiratoria), características del propio envase (permeabilidad a los gases y espesor del film plástico, volumen libre, área de la superficie del envase) y del medio envolvente (composición gaseosa de la atmósfera exterior y la temperatura del almacenamiento) (Lee *et al.*, 1991).

La modificación de las concentraciones de O₂, CO₂ y etileno afecta a los diferentes procesos bioquímicos, retrasando la maduración y la senescencia de los productos vegetales envasados en atmósfera modificada. Según Kader (2003), la exposición de frutos a atmósferas con bajas concentraciones de O₂ y/o elevadas de CO₂, dentro del intervalo de tolerancia del producto, es responsable de:

- la disminución de la tasa respiratoria;
- la reducción en la producción, sensibilidad y acción del etileno;
- el retraso en el proceso de maduración y de senescencia de los frutos;

- el retraso en el crecimiento y desarrollo de agentes patógenos;
- el retraso en la pérdida de clorofila (asociada al color verde de los frutos);
- la disminución en la actividad de las enzimas responsables de la degradación de la pared celular (causantes de la pérdida de firmeza de los frutos) y
- el cambio de sabor de los frutos (por reducir la pérdida de acidez y promover la conversión del almidón en azúcares)

Otra ventaja de la utilización de la atmósfera modificada, y que representa uno de los aspectos más importantes relacionados con dicha técnica, es la disminución de las pérdidas de agua observadas en los frutos almacenados (Cameron *et al.*, 1995). Dicha característica es particularmente importante ya que las pérdidas de agua son una de las principales causas de deterioro en poscosecha.

Es esencial garantizar que el nivel de oxígeno no se reduzca hasta el punto de que se inicie la respiración anaeróbica. La anaerobiosis provoca la aparición de etanol, acetaldehído y ácidos orgánicos provenientes de la fermentación, lo que puede dar lugar a olores y aromas desagradables (Paul y Clarke, 2002).

Además, existe una interacción entre el O₂ y el CO₂; niveles elevados de CO₂ hacen que los frutos sean más sensibles a bajos niveles de O₂, llegando al límite de la fermentación (Beaudry, 1993). Niveles altos de CO₂ pueden ser beneficiosos para prevenir la degradación de la clorofila en muchos tejidos; además, niveles extremos de O₂ y CO₂ son utilizados para control de plagas.

La tolerancia a bajas concentraciones de O₂ y elevadas de CO₂ depende de factores como el tipo de fruto, cultivar (metabolismo, emisión de etileno), temperatura, estado fisiológico, maduración y otros tratamientos. Una composición atmosférica fuera de los límites adecuados provoca daños en los frutos haciendo que estos no sean adecuados para consumo. Así, la composición ideal de la atmósfera de equilibrio cambia con la especie, algunas soportan niveles de O₂ inferiores al 5% y otras hasta de 11%; las concentraciones de CO₂ pueden variar entre el 2 y el 15%. Atmósferas modificadas conteniendo 2 a 5% de O₂ y un 3 a 8% son aptas

para retrasar la maduración de frutas y inhibir el crecimiento microbiano (Tornadijo y Fresno, 2004).

1.3.2.1. Utilización de películas plásticas

La utilización de películas plásticas, que son normalmente impermeables al vapor de agua, permite mantener niveles elevados de humedad relativa, lo que conduce a una disminución de las pérdidas de agua y evita el arrugamiento de los frutos así como el aspecto reseco de los mismos. Aunque puede tener lugar la condensación de agua en el interior de los envases, favoreciendo el desarrollo de hongos (Kader y Watkins, 2000).

Para obtener el máximo beneficio, las concentraciones de O₂ y CO₂ deben estar lo más próximas posible a las condiciones óptimas para el producto en cuestión (Exama *et al.*, 1993).

De acuerdo con Fishman *et al.* (1996), el estadio uniforme de difusión del flujo de un gas a través de un film no perforado obedece a la ecuación:

$$J = \frac{-P * (C - C_a)}{L}$$

donde:

C : concentración del gas en el interior del envase

C_a : concentración del gas en la atmósfera ambiente

P : coeficiente de permeabilidad del film para el gas

L : espesor del film

El gran desafío de la técnica de atmósfera modificada consiste en hacer coincidir la permeabilidad de la película plástica con la tasa respiratoria del fruto que se pretende conservar.

Una gran parte de los plásticos utilizados en EAM presentan limitaciones en las posibles combinaciones de O₂ y CO₂ para alcanzar el equilibrio, debido, principalmente, a la reducida

permeabilidad gaseosa que las películas plásticas presentan y que en muchos casos van a originar atmósferas con valores demasiado bajos de O₂ y/o demasiado elevados de CO₂.

La permeabilidad a los gases del material elegido debe permitir la entrada de O₂ en el interior del envase a una velocidad equivalente al consumo de O₂ por parte del producto. De forma análoga, la velocidad de eliminación de CO₂ desde el interior al exterior del envase debe ser equivalente a la velocidad de producción de CO₂ por el producto. Además, esta atmósfera debe establecerse rápidamente y sin crear condiciones anóxicas o altas concentraciones perjudiciales de CO₂. La permeabilidad al CO₂ debería ser 3-5 veces superior a la permeabilidad al O₂, dependiendo de la atmósfera que se desee obtener (Kader, 1992).

Los requerimientos de permeabilidad del envase cambian en función del producto a envasar. Productos con elevada tasa respiratoria requieren películas con elevada permeabilidad (Azeredo *et al.*, 2000).

Además de la importancia de la película en este proceso, la temperatura es el factor que más afecta la calidad de productos envasados en atmósfera modificada. El nivel de alteraciones, enzimático, químico o bioquímico, de los productos así como el crecimiento microbiano dependen mucho del control de la temperatura en el almacenamiento (Macrae *et al.*, 1993). Un aumento en la temperatura induce en el plástico un mayor efecto en la transmisión de O₂ y un menor efecto en la permeabilidad al vapor de agua (Moyls *et al.*, 1998), ya que las tasas respiratorias aumentan con la temperatura (Azeredo *et al.*, 2000).

De acuerdo con Fonseca *et al.* (2002), los envases de atmósfera modificada deben ser cuidadosamente diseñados, ya que diseños incorrectos pueden hacerlos ineficaces o reducir el período poscosecha. El diseño debe tener en cuenta no sólo las condiciones iniciales sino también la dinámica del proceso de conservación. El diseño depende de numerosas variables, como las características del producto, la masa del producto, la composición de la atmósfera recomendada, la permeabilidad a los gases del material del envase y de la temperatura y tasa respiratoria del fruto a conservar.

Las películas plásticas empleadas en el envasado en atmósfera modificada deben reunir una serie de características acordes con las funciones principales de un envase, entre las cuales cabe destacar: mecánicas (resistencia al rasgado, perforación, rotura por choque), ópticas (brillo y/o transparencia, permitiendo visualizar el producto), efecto barrera a los gases (O_2 , CO_2 y N_2) y al vapor de agua, inertes químicamente, termosellado (permite envolver, hacer bolsas o sellar una estructura flexible) (Tornadijo y Fresno, 2004).

La cantidad de frutos por envase, el volumen de aire, su composición inicial y la calidad de la soldadura son algunos parámetros referidos por Gimeno *et al.*, (1995) y por Thompson (1998a).

Existen muchos tipos de películas plásticas, pero son relativamente pocas las utilizadas para el envasado de productos frescos. Polietilenos de baja densidad (PE), cloruros de polivinilo (PVC) y polipropilenos (PP) son los más utilizados para envasar frutos y vegetales (Award, 1993; Day, 1993; Greengras, 1993; Chambroy y Souty, 1994; Massignam *et al.*, 1994; Ben-Yehoshua, 1996; Cid *et al.*, 1996; Giró, 1998; Thompson, 1998a; Calero, 2000; Kader y Watkins, 2000; Celikel y Szerzelkk, 2002; Lange y Wyser, 2003; Tornadijo y Fresno, 2004; Ben-Yehoshua *et al.*, 2004).

La utilización de películas microperforadas amplió el envasado en atmósfera modificada. Dichas películas permiten un intercambio gaseoso, entrada de O_2 y salida de CO_2 , alto a muy alto (Kader y Watkins, 2000). Aunque la utilización de estas películas también incrementa la pérdida de componentes volátiles por un proceso idéntico (Del-Valle *et al.*, 2004). Dirim *et al.* (2004) estudiaron el grado de transferencia de vapor de agua en distintas películas de polietileno de baja densidad y microperforadas, confirmando el efecto positivo de las microperforaciones sobre dicha transferencia. Rocha *et al.* (2004) utilizaron bolsas microperforadas de polipropileno para simular la atmósfera normal en manzanas “Bravo de Esmolfe”.

El espesor de la película no es un parámetro tan importante como la densidad de la misma, el grado de aditivos adicionados, el peso molecular y el grado de entrecruzamiento de los polímeros (Moyls *et al.*, 1998).

1.3.2.2. Atmósfera modificada en ciruelas

Las ciruelas son frutos climatéricos, con una elevada tasa respiratoria, muy perecederos. Para la frigoconservación se recomiendan temperaturas cercanas a 0°C y una humedad relativa no inferior al 90% (Cantwell, 2001). Con el empleo de estas condiciones y la utilización de atmósferas modificadas, se puede alargar el periodo de conservación de estos frutos. Fonseca (2005) demostró que la utilización de envasado en atmósfera modificada (EAM) sin bajas temperaturas de almacenamiento no tiene efectos beneficiosos en la calidad de ciruelas ‘Reina Claudia verde’, a pesar de reducirse las pérdidas de peso.

Allen (1944) hace referencia a la utilización de CO₂ y hielo seco para la optimización del transporte de ciruelas de California, retardando el ablandamiento y la decoloración de las mismas.

Couey, en 1965, utilizó polietileno para envasar ciruelas ‘Nubiana’, con una atmósfera modificada con 7,8% de CO₂ y 11% de O₂, que redujo la podredumbre, el ablandamiento y la pérdida de sólidos solubles de los frutos almacenados durante 10 semanas.

Kluge *et al.* (1996) estudiaron el efecto del estado de maduración y del recubrimiento con polipropileno en ciruelas ‘Reubennel’ (*Prunus salicina* Lindl.), encontrando que redujo las pérdidas de peso sin afectar a otros parámetros evaluados. Los frutos se conservaron en buenas condiciones hasta los 42 días y el mejor estado de maduración fue el verde. Los mismos autores, en 1999, en ciruelas ‘Amarelinha’ utilizando bolsas de polietileno obtuvieron los mismos resultados, pero los frutos sólo presentaron buenas condiciones hasta los 28 días de conservación.

Ciruelas ‘Laetitia’, muy sensibles al arrugamiento, envasadas en bolsas de polietileno y de polipropileno con un tratamiento de micro-perforación (P-Plus) mostraron una reducción en la pérdida de peso y un mantenimiento de la firmeza, bajos niveles de SST y menor desarrollo del color (Crouch, 1998).

Kluge *et al.* (1999b) utilizaron en melocotón ‘Flordaprince’ distintas películas plásticas (cloruro de polivinilo, polietileno de alta densidad y polietileno de baja densidad), obteniendo también una reducción en la pérdida de peso, siendo el polietileno de baja densidad el que permitió mantener una mayor firmeza de los frutos.

Según Kader (2002a), los niveles críticos de CO₂ y O₂ para la conservación y transporte de ciruelas son 5% y 2%, respectivamente

1.3.3. Conservación a temperatura ambiente (vida útil)

La vida útil (“shelf life”) se puede definir como el periodo desde la recolección o la fabricación hasta el consumo, que un producto alimenticio permanece seguro y sano en las condiciones recomendadas de producción y almacenamiento (Day, 1993). Esencialmente, la vida útil de los alimentos es el periodo que los alimentos permanecen en niveles aceptables de calidad desde el punto de vista organoléptico y de la seguridad. Dicho periodo depende de cuatro factores: formulación, procesado, envasado y condiciones de almacenamiento (Labuza, s/d).

La vida útil o “shelf-life” es un concepto amplio y aplicable a la gran mayoría de los productos alimentarios ya que esta íntimamente ligado a las condiciones en las cuales se efectúa la conservación. También se puede denominar como vida en estantería, tiempo de exposición en el punto de venta, ‘market life’, etc., cambiando los términos de acuerdo con los países y los hábitos culturales.

En este trabajo nos referiremos con ‘vida útil’ (o vida en estantería) al tiempo máximo en el cual los frutos mantienen los niveles aceptables de calidad, desde todos los puntos de vista, después de su conservación, mantenidos a temperatura ambiente. Se pretende simular el tiempo máximo que el producto permanece expuesto en el punto de venta hasta su adquisición por el consumidor.

El tiempo de vida útil es habitualmente limitado debido a la maduración y/o desordenes fisiológicos (Hofman y Smith, 2004). De hecho, la evaluación de la calidad está asociada al

control de calidad. En los productos vegetales el control de calidad en la poscosecha se efectúa de acuerdo con las especificaciones de cada producto. El cumplimiento o no de las mismas determinan el tiempo de vida útil (“market life”) (Schreiner *et al.*, 2000).

El efecto del aumento de la temperatura y/o la reducción en los niveles de humedad relativa por sí solos son responsables de desencadenar las reacciones de maduración y posteriormente de senescencia de los frutos. Las especies y, dentro de ellas, los cultivares presentan distintos comportamientos resistiendo más o menos a las condiciones atmosféricas del ambiente. Además, los frutos tienen más o menos resistencia a daños mecánicos, daños fisiológicos (frío, colapso de pulpa, etc.). El tiempo de vida útil se ve muy influenciado por estos factores (Day, 1993).

La extensión de la vida útil de frutos y vegetales está afectada por los niveles de etileno en los distintos puntos de la cadena de distribución: el mercado mayorista, centros de distribución, supermercados y frigoríficos domésticos. Estudios llevados a cabo por Wills *et al.* (2000) verificaron que los niveles más elevados de etileno se encontraron en los envases de frutos climatéricos y los más bajos en el aire ambiente de los supermercados; en los mercados mayoristas y en los frigoríficos domésticos los niveles fueron superiores, los que contenían manzanas presentaban valores muy altos (0,20 $\mu\text{L/L}$) contra los 0,029 $\mu\text{L/L}$ de los que no los contenían). Dichas evidencias muestran que los niveles de etileno, además de ser acumulativos, pueden reducir drásticamente el periodo vida útil.

Crisosto *et al.* (2004a), en ciruelas ‘Blackamber’ (*Prunus salicina* Lindell), encontraron que la aceptación del consumidor y el tiempo de vida útil dependen de la fecha de cosecha. Los frutos tempranos, almacenados a 0°C y a 5°C, tenían 3 semanas menos de tiempo máximo de vida útil que los cosechados en fechas más tardías.

Estudios llevados a cabo por Akbudak y Eris (2004) concluyen que melocotones de los cultivares Flavorcrest y Red Top y nectarinas de los cultivares Fantasia y Fairlane tienen 10 días de vida útil después de almacenados durante 30 y 45 días en atmósfera modificada.

Con el objetivo de alargar la vida útil, Valero *et al.* (2002a) evaluaron la relación entre la utilización de poliaminas y la maduración y conservación poscosecha de diversos frutos. Pérez-Vicente *et al.* (2002) evaluaron el papel de las poliaminas en la prolongación de la vida útil y en la reducción de daños mecánicos durante el almacenamiento de ciruelas (*Prunus salicina* Lindl), y concluyeron que la aplicación exógena de putrescina aumenta la firmeza de los frutos, haciéndolos más resistentes a los daños mecánicos durante las operaciones de manipulación y embalaje. Más tarde Serrano *et al.* (2003), evaluaron el mismo efecto en la prolongación de la vida útil de 4 cultivares de ciruelas (*Prunus salicina* Lindl) observando también una reducción y/o retraso en los procesos de maduración.

Serrano *et al.* (2004), efectuaron un tratamiento de pulverización de los árboles con una formulación con Ca^{2+} , Mg^{2+} y Ti^{4+} , y almacenaron los frutos durante 7 y 28 días en refrigeración, seguidos de 4 días a 20°C (vida útil). Durante la maduración a 20°C, después de los diferentes tiempos de refrigeración, los frutos control presentaban más intensamente los fenómenos relacionados con la maduración.

1.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN FRUTOS

El concepto de calidad aplicado a los productos agrícolas, en especial a la producción hortofrutícola, fue durante muchos años un concepto intuitivo y a veces utópico. Se valoraba principalmente el bajo precio, bastando que el alimento presentase un valor nutritivo razonable. El desarrollo socio-económico experimentado en la segunda mitad del siglo XX cambió dicha situación, y consecuentemente todos los sectores involucrados en la comercialización de productos hortofrutícolas han pasado a exigir mayor calidad en las producciones del sector primario como consecuencia de las exigencias de los consumidores.

La gran complejidad y subjetividad del concepto “per sé” y de su aplicación a productos agrícolas ha conducido a numerosas propuestas de definición. No existe una definición clara de calidad para los productos agrícolas (Ruiz-Altisent y Chen, 1990).

El diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, define la palabra calidad como: “la propiedad o el conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten

apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie”. Jongen en 2000, define la calidad como la adecuación al uso, es decir calidad es satisfacer las expectativas de los consumidores. La “European Organization for Quality Control” la define como la totalidad de las características y aspectos de un producto o servicio en que se basa su aptitud para satisfacer una determinada necesidad.

Martorell (1993), citando al Dr. Kaoru Ishikawa en 1987, utiliza el concepto de Calidad Total, y la define como: “desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad, que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor”.

Romero y Riquelme (1994) refieren la complejidad y relatividad de su definición, ya que la calidad de un producto se determina por la combinación de todas sus propiedades físicas, químicas y sensoriales que determinan la aceptación por el consumidor. Dicha combinación de características es distinta de individuo a individuo, dependiendo de su actitud que está fuertemente influenciada por los hábitos y cultura del grupo a que pertenece (Ruiz-Altisent y Ubierna, 1996).

Para Kader (1999), calidad, el grado de excelencia o superioridad, de frutos frescos y sus derivados es una combinación de atributos, propiedades o características que dan a cada producto un determinado valor en términos de alimentación humana.

Según Abbott (1999), para investigar y controlar la calidad se deben poder medir los atributos relacionados. La calidad de un producto engloba los atributos sensoriales, el valor nutritivo, las propiedades mecánicas, los constituyentes químicos, las propiedades mecánicas, las propiedades funcionales y los defectos.

Kader *et al.* (2001) refieren que un sistema de garantía de la calidad (QA) efectivo para los productos hortofrutícolas tiene que tener en cuenta todos los pasos desde la cosecha hasta el mercado, puesto que es esencial para garantizar un abastecimiento de productos frescos y de calidad a los consumidores y además proteger la reputación de una marca. Los mismos autores refieren que dicha QA se inicia con la selección del genotipo y de la fecha óptima de

cosecha para conseguir la mejor apariencia, textura, flavor (sabor y aroma) y calidad nutricional (incluyendo los fitonutrientes).

Las prácticas culturales y el clima son importantes factores precosecha que afectan a la calidad poscosecha de frutas y hortalizas, pero se ha prestado relativamente poca atención a los efectos de los cultivares en las respuestas poscosecha a nivel metabólico (Watkins *et al.*, 2001). Además, la localización de los frutos en el árbol puede tener influencia en las características cualitativas poscosecha. Diferencias de exposición de los frutos en el árbol pueden ser las responsables de las variaciones normalmente encontradas en los frutos en lo que respecta a su calidad en la cosecha así como a su comportamiento poscosecha (Wolf y Ferguson, 2000).

La calidad de los productos hortofrutícolas se define como “una combinación de características, atributos o propiedades que dan a determinados géneros (frutas y hortalizas) valor como alimentos” (Kader *et al.*, 2001). Dichas características difieren según el producto y el fin a que se destina, pero se pueden agrupar en características intrínsecas y extrínsecas.

Características intrínsecas:

- a) Características estéticas, relacionada con la apreciación visual: aspecto, frescura, tamaño, defectos, homogeneidad, color y brillo;
- b) Características higiénico-sanitarias: estado microbiológico, componentes tóxicos (residuos de pesticidas), residuos de abonos y de aditivos o productos de limpieza y desinfección;
- c) Características nutritivas: valor nutritivo, vitaminas, minerales y fibra;
- d) Características organolépticas: sabor y aroma.

Características extrínsecas:

- a) Presentación: envasado, iluminación y fenómenos de contraste;
- b) Identificación: rótulos, marcas comerciales, logotipos y símbolos de certificación, etc;

- c) Facilidad de utilización: productos fáciles de utilizar para consumo inmediato;
- d) Reputación en el mercado: fidelidad a una marca;
- e) Relación calidad/precio: ferias, promociones, etc.

Para Romojaro y Riquelme (1994), la calidad global de un producto es el sumatorio de los conceptos y/o normas que nos definen la calidad comercial, higiénica y de protección de la salud, nutricional y organoléptica.

Para investigar y controlar la calidad es necesario poder medir los atributos relacionados. La calidad de un producto engloba atributos sensoriales, valores nutritivos, constituyentes químicos, propiedades mecánicas, propiedades funcionales y defectos. Resulta obvia la necesidad de diferenciar entre parámetros mensurables (objetivos) y parámetros sensoriales (subjetivos). Además, la relación entre las medidas instrumentales y los atributos sensoriales (análisis descriptivo) y la relación entre estos atributos sensoriales y la aceptabilidad del consumidor deben ser consideradas.

La calidad es medida en características específicas (color, flavor, textura) y generalmente más descrita en términos de aceptabilidad (superior, bueno, malo) (Shewfelt, 2000).

1.4.1. Calidad instrumental

Las medidas instrumentales son mayoritariamente preferidas ya que reducen las variaciones introducidas por un análisis sensorial y tienen un lenguaje común entre todos los interlocutores. Esencialmente, se relaciona la apariencia con las propiedades ópticas, la textura con las propiedades mecánicas y el flavor (sabor y aroma) con las propiedades químicas (Abbott, 1999).

La calidad no es cuantitativa, por tanto no es mensurable, para instrumentalizarla es necesario recurrir a las magnitudes que estén con ella relacionadas. Magnitud es una propiedad cuantitativa, por tanto es posible medirla, siempre acompañada de unidades, a través de ensayos y utilizando determinadas escalas (Barreiro y Ruiz-Altisent, 2000).

Las nuevas exigencias del mercado obligan a instrumentalizar los diferentes parámetros que componen la calidad de una forma más simple y práctica, de acuerdo con los intereses de los productores, comerciantes y consumidores. La posibilidad de medir las propiedades cualitativas permite supervisarlas, normalizarlas y tipificarlas, lo que conduce a una mayor valorización económica de los productos (Ruiz-Altisent y Ubierna, 1996).

A continuación se hace una pequeña revisión de las características de calidad y los métodos instrumentales más utilizados para evaluar las respectivas propiedades, traducidas en magnitudes. Los parámetros más utilizados para caracterizar la calidad de ciruelas son: el color, la textura (la firmeza de la pulpa, la resistencia de la piel), los sólidos solubles totales (SST), la acidez y la pérdida de peso que es un indicador de la pérdida de agua (Audubert y Chambonniere, 1996; Palara, 1996).

1.4.1.1 Color

El color es probablemente el indicador del estado de maduración de los frutos más utilizado, puesto que el paso de color verde al color característico de la propia cultivar cuando madura es una señal evidente de la maduración (Claypool y Allen, 1951; Belitz y Grosch, 1993; Tucker, 1993; Thai, 1993; Kays, 1999; Kader, 2002b; Bodria *et al.*, 2004). Pero no todos los frutos cambian de color durante su maduración, por ejemplo, algunas cultivares de manzanas o peras permanecen verdes.

El color se relaciona más directamente con la percepción de la apariencia por el consumidor, que es el primer factor en una evaluación de calidad, mientras que la concentración de pigmentos está más relacionada con la madurez (Abbott, 1999).

La percepción del color es función de la luz que incide sobre el producto, la reflexión diferencial de ciertas longitudes de onda y la percepción visual de dichas longitudes. El color percibido es debido a la presencia de pigmentos en el producto (Kays, 1999).

El color verde inicial de los frutos se debe a la presencia de clorofila, un pigmento vegetal verde formado por porfirina y que contiene magnesio. La pérdida de ese color es consecuencia de la degradación de la estructura de la clorofila, que es provocada por

alteraciones del pH (debidos principalmente a la fuga de ácidos orgánicos al exterior de la vacuola que destruyen el complejo que forma con el magnesio, liberándolo), el desarrollo de procesos oxidativos y la acción de las clorofilasas. Estos factores actúan secuencialmente en la destrucción de la estructura de la clorofila, que mientras está presente enmascara otros pigmentos que ya se encuentran en el cloroplasto (Herrero y Guardia, 1992; Romojaro y Riquelme, 1994; Wills *et al.*, 1999). Los cambios en el color también se ven afectados por la nutrición (aporte de nitrógeno y potasio). El nitrógeno se asocia directamente al mantenimiento del color verde en frutos de hueso (Ferguson y Boyd, 2002).

Los mecanismos bioquímicos involucrados en la degradación de las clorofilas no están aún esclarecidos. Sin embargo, sí parece estar confirmado que la degradación de las clorofilas está directamente relacionada con todos los mecanismos que degradan la estructura celular, que favorecen tanto las reacciones químicas como las enzimáticas. En general, durante la maduración se ha observado una relación entre la degradación de clorofilas y el incremento de la síntesis de carotenoides y antocianinas (López y Rodríguez, 2000).

Tratamientos con etileno exógeno en frutos como plátanos, manzanas, tomates y papaya, aceleran la degradación de la clorofila y la consecuente aparición de los colores amarillo, naranja u otros (Saltveit, 1999). Estas coloraciones se deben esencialmente a la presencia de carotenoides (amarillo y rojo) y compuestos fenólicos pigmentados como flavonoides (amarillo) y antocianos (rojos y azules). Otros pigmentos naturales también están en las frutas y hortalizas como quinonas, taninos, leucoantocianos, xantonas y betalainas (Romojaro y Riquelme, 1994).

La clorofila se encuentra fuertemente ligada a las paredes de la membrana tilacoide. El primer paso en la degradación de la clorofila parece ser una “solubilización” en el estroma, que probablemente se deberá a una acción de enzimas capaces de atacar la membrana tilacoide. Una vez solubilizada la clorofila puede ser oxidada químicamente y perder su color característico (Tucker, 1993).

Romojaro y Riquelme (1994) estudiaron la evolución del contenido total de pigmentos de tres cultivares de melocotón y concluyeron que es similar en todas, con un descenso constante

durante el primer periodo del desarrollo del fruto (cuando todavía no se ha producido el cuajado de la semilla ni la lignificación del endocarpo) para, a continuación, presentar una disminución menos acusada. Los contenidos en carotenoides totales son prácticamente constantes durante la primera y segunda etapa del crecimiento del fruto, para en la tercera sufrir un aumento brusco y rápido hasta alcanzar los contenidos más elevados en el último muestreo, cuando el fruto ha alcanzado ya una madurez adecuada para el consumo. La evolución de la clorofila presenta un comportamiento inverso, disminuyendo a lo largo del desarrollo.

Los compuestos fenólicos son importantes por su participación en el flavor y color, pero además el gran interés por estos compuestos se debe a sus potenciales efectos beneficiosos para la salud, actividad antioxidante, acción antimicrobiana, acción anticarcinogénica y actividad antiinflamatoria (Kim *et al.*, 2003a). Dichos compuestos disminuyen con el grado de maduración, pero aumentan como respuesta al estrés producido por magulladuras y por infecciones fúngicas. La pérdida de compuestos fenólicos se atribuye a reacciones oxidativas de polifenoloxidasas y peroxidasas y a procesos de polimerización, que producen pardeamientos en frutos sobremaduros (senescentes), condiciones de ‘estrés’ fisiológico y mecánico, y la producción de polímeros y lignificación (Rhodes (1981) citado por López y Rodríguez (2000)).

En ciruelas los ácidos cafeolquínicos (derivados de ácidos hidroxicinámicos) son los compuestos fenólicos mayoritarios (Belitz y Grosch, 1993). Para Kim *et al.* (2003a), el polifenol predominante en 11 cultivares de ciruelas frescas fue el ácido neoclorogenico (también derivado del ácido hidroxicinámico). Según Filgueras y Chitarra (1988) citado por Brady (1993) el contenido en compuestos fenólicos aumenta cuando se almacenan estos frutos. Estudios recientes sobre la capacidad antioxidante de ciruelas demostraron que el contenido en compuestos fenólicos es muy superior al de las manzanas, siendo recomendable un aumento de su consumo en la dieta (Kim *et al.*, 2003). La astringencia está directamente relacionada con el contenido en compuestos fenólicos y habitualmente disminuye con la maduración debido a la conversión de los compuestos fenólicos solubles en insolubles (Kader, 2002 b).

Las antocianinas son un grupo amplio de pigmentos que se encuentran en la vacuola, responsables de colores del rojo al azul y están presentes en muchos frutos. Sus derivados glicósidos, los antocianos, tienen una estructura típica y el más usual, el cianidin-3-glucósido, es responsable del color en manzanas rojas, arándanos, cerezas y ciruelas (Tucker, 1993). El color de las antocianinas está fuertemente afectado por el pH y puede ser intensificado o estabilizado por asociaciones intermoleculares con numerosos iones metálicos como el aluminio, hierro, manganeso y cobre. Su localización típica es en la epidermis, pero, como los carotenoides, puede estar en la pulpa.

El contenido en antocianinas aumenta durante el desarrollo y maduración, y alcanza un máximo en la plena madurez. En este periodo su síntesis es estimulada por la luz a través de dos mecanismos. Uno debido al incremento en la actividad fotosintética y el segundo por la activación del fitocromo, que es intermediario en varios procesos (Macrae *et al.*, 1993).

Argenta *et al.* (2003) refieren que, en ciruelas ‘Laetitia’ (*Prunus salicina*), los mayores cambios en su color son debidos a la acumulación de antocianinas.

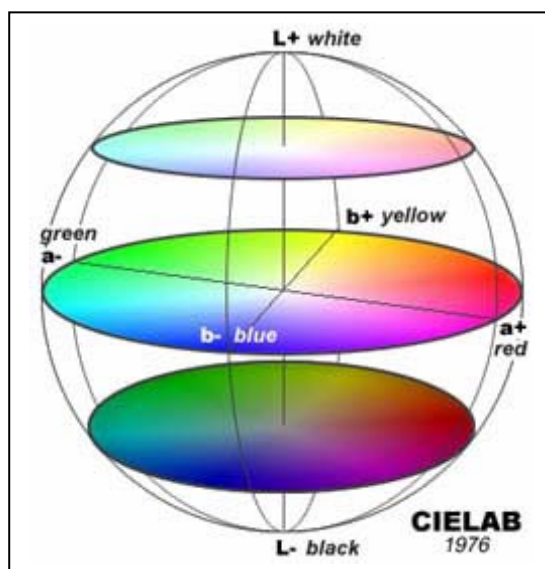
Los pigmentos carotenoides son sintetizados normalmente en los tejidos verdes y el mayoritario es el β -caroteno. En la maduración se sintetiza β -caroteno y licopeno adicional, ya que el licopeno es un precursor del β -caroteno. Son componentes terpénicos y derivan de acetil-CoA por la vía del ácido mevalónico (Tucker, 1993). Esta vía es central en la producción de muchos otros productos como el ácido abscísico y las giberelinas, que son esenciales en el desarrollo y maduración de los frutos. Químicamente los carotenoides son carbohidratos superiores insaturados de 40 átomos de carbono derivados del isopreno (hidrocarburo alifático).

La estimulación de la síntesis de carotenoides (amarillo, naranja y rojo) es un fenómeno común en numerosas especies durante la fase final de la maduración. El contenido total en pigmentos, así como la composición cualitativa, depende esencialmente del cultivar, aunque también está influenciado por las condiciones climatológicas y de cultivo.

En la medida del color de las frutas, lo primero que debemos distinguir es el color de fondo de los colores secundarios característicos de cada cultivar. El color de fondo o primario

es el color dominante de toda la superficie de la fruta, mientras que el color secundario es el que se presenta en ciertas zonas del fruto siendo indicativo de cada cultivar (Valero y Ruiz-Altisent, 1998). Las propiedades ópticas se basan en la reflectancia, transmitancia, absorbancia y dispersión de la luz por el producto.

Romojaro y Riquelme (1994), citando a Zerbini (1990), consideran que el color de fondo es un buen índice de madurez para estimar el momento de la recolección en melocotón y nectarina y establecen que es posible seleccionar para cada cultivar el color de fondo que debe tener el fruto para ser recolectado, una vez que haya alcanzado los sólidos solubles adecuados y antes de haber perdido la firmeza.



Fuente: handprint.com

Figura 1.4 Sistema de coordenadas $L^*a^*b^*$

Entre 1920 y 1930 la *Comission Internationale de l'Eclairage* (CIE), definió el espacio físico de color basado en el hecho de que el ojo humano puede reconstituir todos los estímulos de los colores, mezclando cantidades apropiadas de los tres colores fundamentales de la luz monocromática, más concretamente los colores rojo (700nm), verde (546nm) y azul (436nm). En el año 1974 dicha comisión propuso el espacio de color denominado CIE Lab. En este espacio el color viene definido de forma triparamétrica con los valores del parámetro b^* en ordenadas (azul-amarillo), los de a^* en abscisas (verde-rojo) y un tercer eje perpendicular donde se recoge la luminosidad L^* (claro/blanco-oscuro/negro) (Figura 1.4).

Muchas escalas de color han sido desarrolladas pero la escala predominante para frutos y hortalizas es la de Hunter “Lab” o su variante CIELab. Para la mayoría de las aplicaciones, es una escala que da mucha información (Shewfelt, 1993).

El instrumento utilizado en la medida del color es el colorímetro, que posee un sensor, que analiza la luz reflejada por la muestra, y expresa los colores numéricamente de acuerdo con las normas internacionales (Willard *et al.*, 1974; Linden, 1995; Barreiro y Ruiz-Altisent, 2000).

En la mayoría de los cultivares de ciruela de California la fecha de cosecha es determinada por los cambios que tienen lugar en el color de la piel, ya que utilizan una guía específica para esos cultivares (Crisosto y Kader, 2002).

Delwiche (2004) refiere que se asocian determinados sabores (y olores) a colores específicos y cuando se alteran esos colores la identificación de sabor/olor disminuye.

Delwiche y Baumgardner en 1983 estudiaron la relación entre el color de fondo y la madurez en 13 cultivares de melocotón y encontraron diferencias entre cultivares en el parámetro a^* , en el sistema de coordenadas CIELab, observando un aumento del mismo con la madurez. En general, la medida del color demostró ser un mejor indicador de la calidad comestible poscosecha que la firmeza de la pulpa.

Tourjee *et al.* (1998), utilizando el mismo sistema de medida en melocotón Clingstone, encuentran una fuerte correlación entre el parámetro a^* y el carotenoide β -criptoxantina, considerándolo como un parámetro a tener en cuenta en la evaluación del grado de maduración y de la calidad en melocotones.

Audubert y Chambonniere (1996) demostraron que para la ciruela del cultivar Reina Claudia INFEL® el parámetro de coloración más representativo del color de fondo es la coordenada de cromaticidad a^* . También Agulheiro-Santos y Pacheco-Ribeiro (1998), en distintos ensayos realizados en ciruela ‘Reina Claudia verde’, proponen la utilización de este parámetro para clasificar distintos estados de maduración.

1.4.1.2. Textura

Textura es un término general de calidad que describe la percepción en la boca, las características que tienen que ver con el sentido del tacto, propiedades cinestéticas o manifestación de las propiedades reológicas. Integra magnitudes reológicas (grado de elasticidad y plasticidad,...) junto a otras de carácter cualitativo para las que no existen definiciones claras (firmeza, dureza,...) (Barreiro y Ruiz-Altisent, 1996).

La textura de los alimentos es fundamentalmente una propiedad sensorial que puede ser cuantificada si la reducimos a su componente mecánica, es decir, si utilizamos metodologías simples para medir la resistencia que el alimento ofrece a la deformación que se provoca por la acción de una fuerza (Stampanoni y Noble, 1991).

La textura es el resultado de la estructura interna del alimento. Esta estructura es la expresión de las ligazones e interacciones que se establecen entre los diversos componentes, que dependen de la naturaleza química de las moléculas que lo constituyen (Pacheco-Ribeiro, 1998).

Según Bourne (1980), las propiedades texturales de un alimento son un grupo de características físicas relacionadas con la estructura del alimento, que son evaluadas por el tacto y relacionadas con la deformación, desintegración y fluidez del alimento cuando se somete a una fuerza. Dicho grupo de características puede ser medido objetivamente a través de funciones de masa, tiempo y distancia.

Aunque la importancia de la textura en la aceptación de un alimento por parte del consumidor puede ser variable, es indiscutible la importancia del estudio y de la cuantificación de este atributo en los productos alimentarios. Según Prentice (1984), existen dos evaluaciones posibles:

1. evaluación de la textura por métodos instrumentales: utilizándose normalmente pruebas reológicas;
2. evaluación de la textura por métodos sensoriales: mediante paneles de catadores, definición de productos de referencia, utilización de patrones, etc.

Según Correa (1994), citado por Agulheiro-Santos (2001), las alteraciones en la textura de los frutos son de las más importantes durante el proceso de maduración y pueden ser medidas. Los aspectos mecánicos de la textura de frutos, sensoriales e instrumentales, tienen una importancia cada vez mayor puesto que existe una necesidad de comprender la respuesta de los consumidores a los productos biológicos que rápidamente se vuelven más blandos durante su maduración.

La textura de frutos está afectada por diversas características como los constituyentes bioquímicos, orgánulos celulares, turgencia o contenido en agua y composición de la pared celular. Cambios en la textura ocurren normalmente durante el crecimiento y desarrollo y están involucrados en cambios en la estructura de la pared celular genéticamente programados, y otros factores fisiológicos (Abbott y Harker, 2004).

Las células del parénquima que constituyen la parte comestible de algunos frutos tienen sus paredes constituidas por microfibrillas de celulosa muy fuertemente comprimidas entre sí e incluidas en una matriz amorfa formada por sustancias pécticas, hemicelulosa, proteínas, lignina y agua, constituyendo en su conjunto una capa fina y de comportamiento elástico. La turgencia que caracteriza dichos tejidos es debida a la capacidad que dichas células presentan para absorber agua a través de sus paredes y generar una tensión hidrostática entre ellas (Tucker, 1993).

Por otro lado, la lamina media forma una capa amorfa de naturaleza plástica compuesta por sustancias pécticas, que aumenta las células del parénquima y determina las características reológicas, actuando como material de cimentación de la estructura de los tejidos. Las sustancias pécticas son derivados del ácido poligalacturónico y se encuentran en forma de protopectina (insoluble), ácidos pécticos, pectinas y ácidos pectínicos (Abbott y Harker, 2004).

Durante el desarrollo, el total de sustancias pécticas aumenta en el fruto. En frutos en plena madurez el contenido en pectatos y pectinatos solubles aumenta mientras que decrece el contenido total. Durante la maduración las sustancias pécticas sufren modificaciones por mecanismos de despolimerización o desesterificación (López y Rodríguez, 2000). La

protopectina va gradualmente degradándose a fracciones de peso molecular más bajo, más solubles en agua. La velocidad de degradación de las sustancias pécticas está directamente correlacionada con el ablandamiento de los frutos (Wills *et al.*, 1999).

La base bioquímica del ablandamiento de los frutos carnosos está relacionada con el metabolismo de las paredes celulares (Almeida, 2001). Estos mismos autores observaron que el pH y la fuerza iónica del apoplasto sufren alteraciones durante la maduración y condicionan la actividad de las enzimas de la pared celular.

Según Grierson *et al.* (1981) citado por López y Rodríguez (2000), en la mayoría de los frutos climatéricos la máxima actividad de las enzimas poligalacturonasas y celulasas corresponde a la pérdida máxima de firmeza de los tejidos, que tiene lugar en la madurez y coincide con la síntesis autocatalítica de etileno.

Pech *et al.* (1994), citando a Seymour *et al.* (1987), refieren que la pectinesterasa cataliza la desmetilación de los ácidos urónicos y tiene un papel importante, haciendo que las pectinas sean más accesibles a las poligalacturonasas, refiriendo también que hay otro grupo de enzimas que participan en la maduración de los frutos (glicosidasas, galactosidasas y manasas), pero su mecanismo no es conocido.

En trabajos realizados en melocotón, Supreetha y Niels (1998) concluyeron que el ablandamiento se debe a una alteración en la estructura de la pared celular en asociación con la disminución de la cohesividad de los tejidos.

Los cambios bioquímicos que ocurren durante la maduración afectan a la turgencia de las células así como a las propiedades de las paredes celulares. La presencia de otras sustancias como las proteínas y los cationes calcio y magnesio que confieren alguna rigidez e integridad, sufren alteraciones y son responsables del ablandamiento de los tejidos y su comestibilidad. La degradación de los hidratos de carbono poliméricos, especialmente de las sustancias pécticas y las hemicelulosas, debilita las paredes celulares y las fuerzas cohesivas que mantienen unidas unas células a otras (Wills *et al.*, 1999).

El calcio es el elemento cuya deficiencia se ha asociado con más alteraciones fisiológicas. El calcio se fija a las sustancias pécticas de la lámina media y a las membranas y, según Wills *et al.* (1999), es posible que impida determinadas alteraciones simplemente reforzando los componentes estructurales de las células.

La solubilización de sustancias pécticas se manifiesta por profundos cambios estructurales de los tejidos que son fácilmente evaluados mediante ensayos mecánicos (texturometría).

La pared celular es una estructura dinámica, que cambia su composición y sus propiedades físico-químicas continuamente en respuesta al desarrollo y al ambiente. Los estudios químicos, enzimáticos y moleculares indican que las alteraciones físico-químicas en la pared primaria y la lámina media son los principales factores en los cambios texturales. Pero el metabolismo de ablandamiento de la pared celular no está claro. La relación de síntesis versus degradación de los polisacáridos de la pared celular durante la maduración no está estudiada, pero es probable que algunos de sus componentes sea metabolizado y probablemente incorporado en nuevos polímeros (Redgwell y Fischer, 2002).

El conocimiento del mecanismo de ablandamiento del fruto tiene interés, además de su necesidad en las prácticas comerciales. Conocer cómo una estructura compacta, íntegra e insoluble se transforma en una estructura dispersa, blanda y con una matriz parcialmente solubilizada. Dicha estructura ha sido descrita como el principal factor crítico en la percepción de la textura de los frutos (Redgwell y Fischer, 2002).

La textura puede ser determinada por métodos subjetivos (evaluación humana directa) y objetivos (instrumentos cuantitativos como los ensayos de compresión, penetración y corte) (Sams, 1999).

La mayoría de los métodos se basan en el estudio físico del comportamiento mecánico, o sea, la deformación y el flujo en cuerpos que han sido sometidos a cargas. Las propiedades fundamentales que permiten la caracterización del comportamiento reológico de un material son: elasticidad, plasticidad y viscosidad.

Es importante referir que los materiales de origen natural nunca presentan comportamientos exclusivamente plásticos o elásticos, siendo estos modelos utilizados como comparación o base de estudio para la evaluación de los materiales reales. Los frutos son productos con comportamiento viscoelástico, a los cuales se atribuye un componente plástico y un componente elástico.

Dentro de las propiedades reológicas/mecánicas se distinguen las cualitativas y las cuantitativas (magnitudes). De las cualitativas destacan la firmeza y también la elasticidad, plasticidad y textura. De las magnitudes cuantitativas destacan la deformación unitaria (mm), la tensión y la resistencia (N o kg/mm^2), la deformación permanente o plástica (adimensional, mm^{-1}), entre otras (Barreiro y Ruiz-Altisent, 1996).

Las medidas instrumentales son muy utilizadas para el control de calidad en frutos y vegetales. La firmeza, “la resistencia a la deformación por la aplicación de una fuerza”, es el atributo más ampliamente utilizado para describir la textura de frutos. En Nueva Zelanda, la exportación de kiwis es validada utilizando un análisis de punción con una sonda de 7,9 mm de diámetro (Harker *et al.*, 1997 cit. por Redgwell y Fischer, 2002).

Un indicador de la firmeza es la fuerza necesaria para causar una penetración con una sonda patrón a una distancia específica dentro del fruto (Shewfelt, 1993). Jarén (1994) entiende la firmeza como la resistencia a la penetración con rotura y por dureza la firmeza determinada de acuerdo con otros parámetros indicativos, de igual forma, a la consistencia de los frutos, tanto por medios quasi-estáticos como dinámicos, sin rotura de los frutos.

Según Agulheiro-Santos (2001) la resistencia del epicarpio y del exocarpio de los frutos puede determinarse a través de ensayos de punción, por medio de una aguja cilíndrica de acero, con la base plana y de diámetro variable entre 0,05 y 0,075cm, siendo el valor referido habitualmente como fuerza de punción, la resistencia de la piel a la penetración de la sonda. Este ensayo es considerado quasi-estático destructivo.

En ciertos casos, se sabe que la dureza del fruto puede ser determinada de forma indirecta, midiendo la relación fuerza de punción/deformación en el punto de punción (en N o kg/mm)

que suele estar muy relacionada con la dureza (Sinobas *et al.*, 1990) y ser utilizado como un indicador del estado de maduración de ciruelas “Reina Claudia” (Agulheiro-Santos y Pacheco-Ribeiro, 1998).

La firmeza puede ser medida a través de instrumentos portátiles, fijos o de laboratorio (Kader, 2002a). El ensayo de firmeza de Magness-Taylor, mide la resistencia. Puede ser utilizado sobre una Máquina Universal de Ensayos, pudiéndose obtener el módulo de deformación (N o kg/mm). Consiste en la penetración de la pulpa de los frutos con una sonda cilíndrica con 1 cm² de área (Ø 0,79cm). La firmeza AIR, *stiffness* (rigidez, $\text{hz kg}^{2/3}$), la firmeza por impactometría, módulo de deformación (N o kg/mm), la firmeza “Durofel”, medida por unidades Durofel y la turgencia de deformación por punción (mm), son otros métodos disponibles para medir dicho parámetro cualitativo (Barreiro y Ruiz-Altisent, 2000).

Krammer y Szczesniak (1975), refieren como ensayo objetivo de carácter mecánico, la penetración para evaluar las alteraciones de textura en frutos.

La mayoría de estos métodos son destructivos pero la necesidad del mercado hace desarrollar nuevas técnicas de medida de la textura/firmeza a través de métodos no destructivos (Romojaro y Riquelme, 1994).

Plocharski y Konopacka (1998) midieron la firmeza de ciruelas utilizando un método no destructivo basado en la medida del módulo aparente de elasticidad, considerándolo prometedor.

Valero *et al.* (2003), en melocotones, nectarinas y ciruelas, obtuvieron elevados coeficientes de correlación entre los resultados obtenidos con un sensor de impacto mecánico no destructivo y un penetrómetro estándar.

Shmulevich (2003), en melones, aguacates, nectarinas y mangos, combinó el sensor de impacto no destructivo con el índice de firmeza acústica y encontró una buena correlación entre estos métodos y la medida del módulo aparente de elasticidad.

La utilización del análisis multivariante aplicado a la respuesta de ciruelas a una determinada vibración utilizando un vibrómetro a láser para evaluar la firmeza, es otro método posible para seguir la maduración poscosecha de estos frutos (Bengtsson *et al.*, 2003).

Mizrach (2004) utilizó la técnica de ultrasonido (método no destructivo) en ciruelas (cv. ‘Royal Z’) junto con la medida de firmeza (análisis de penetración con Durofel) y el contenido en azúcares, encontrando una buena correlación entre los dos métodos de medida de firmeza, lo que supone que esta técnica podrá ser utilizada en la monitorización de los cambios de firmeza durante el tiempo de almacenamiento.

1.4.1.3. Azúcares

Los azúcares mayoritariamente presentes en frutos son sacarosa, glucosa y fructosa y su importancia relativa depende del producto. La sacarosa se encuentra como trazas en cerezas, uvas y granadas y hasta en más de un 8% en plátanos maduros o piñas. Dicha variación en el contenido de azúcares afecta al sabor, ya que la fructosa es percibida como más dulce que la sacarosa, que a su vez es percibida como más dulce que la glucosa (Kader, 2002b).

La sacarosa es un importante producto de la fotosíntesis y además es la forma como el carbono se desplaza desde las hojas hasta las otras partes de la planta, incluso los frutos. El primer paso en el metabolismo de la sacarosa es su hidrólisis en glucosa y fructosa, catalizada por la β -fructofuranosidasa (invertasa). Una gran parte de los azúcares presentes son metabolizados y utilizados en varios procesos biosintéticos, otra fracción es almacenada en forma de almidón, la forma más común de reserva de los hidratos de carbono. Sin embargo, no todos los frutos acumulan almidón en su desarrollo. En melón, uva, piña ó ciruela los carbohidratos son almacenados en forma de azúcares solubles, su dulzor depende mucho del transporte de la sacarosa en la planta. Consecuentemente el nivel óptimo de azúcares en estos frutos nunca se alcanza si son cosechados antes del punto óptimo de maduración (Macrae *et al.*, 1993).

Los frutos de hueso, así como otros de la familia Rosaceae, transforman su carbono en sorbitol y sacarosa (Manolov *et al.*, 1977 citado por Brady 1993; Belitz y Grosch, 1997;

Fennema, 2000). En estos frutos, donde se incluye la ciruela, las concentraciones de azúcares oscilan mucho dependiendo de la cultivar, estado de madurez, condiciones de cultivo y climatológicas.

Como otros frutos de hueso, las ciruelas son frutos muy ricos en azúcares que acumulan rápidamente en el transcurso de la madurez. La sacarosa es el azúcar principal, pero la glucosa, la fructosa y el sorbitol son también importantes. Niveles elevados de sorbitol son específicos de frutos de *Prunus domestica* (Stacewicz-Sapuntzakis *et al.*, 2001). La sacarosa puede suponer un 8% del peso en fresco. Los frutos maduros contienen cantidades significativas de ácido galacturónico, posiblemente un producto de la degradación de la pectina (Brady, 1993). La ciruela ‘Reina Claudia verde’ es por eso considerado un fruto muy dulce ya que el poder edulcorante de la sacarosa es superior. Su alto contenido en azúcares es sinónimo de aceptación por parte del consumidor (Crisosto y Kader, 2000).

Singh *et al.* (1990), en ciruelas japonesas, encontraron que la glucosa y la sacarosa aumentan en la maduración mientras que la fructosa disminuye, aunque el nivel total de carbohidratos aumenta.

La evolución de azúcares solubles durante el desarrollo sigue un sentido inverso al de los ácidos, ya que estos disminuyen. Sin embargo, modificaciones en el amargor (debido a los terpenos) son muy importantes en frutos como los cítricos, así como la astringencia (una sensación debida a la asociación de sustancias fenólicas con las proteínas de la saliva) que puede ocurrir en la maduración de plátanos, uvas y otros frutos (Macrae *et al.*, 1993). Estas transformaciones tienen el doble efecto de alterar tanto el sabor como la textura del producto.

La acumulación o descenso de los azúcares solubles (glucosa, fructosa y sacarosa) en combinación con otros constituyentes, incide directamente sobre la calidad sensorial: sabor (relación azúcares/ácidos), color (derivados de antocianinas) y textura (combinación con polisacáridos estructurales de la pared celular) (López y Rodríguez, 2000). Los sabores que aprecia el consumidor son fundamentalmente el dulce y ácido.

El sabor es un atributo relacionado fundamentalmente con las propiedades químicas del fruto y está relacionado con el gusto y el olfato. Después del agua, los azúcares son los compuestos dominantes en la mayoría de los frutos.

Para conocer el contenido en azúcares se utiliza el refractómetro, un instrumento para la medida de la concentración en disoluciones acuosas. El refractómetro mide el grado de desviación de un haz de luz cuando atraviesa una muestra, ya que este sufre un cambio en su dirección de propagación. Dicha desviación se llama ángulo de refracción, y su índice mide la mayor o menor refracción que sufre la luz. El índice de refracción es proporcional a la concentración, en porcentaje, de los sólidos disueltos en disoluciones acuosas (°Brix), lo que corresponde principalmente a su contenido en azúcares (Kader, 2002a). Dicho índice está estrechamente ligado al estado de maduración del fruto y en especial a su calidad (Herrero y Guardia, 1992).

Otros instrumentos pueden ser utilizados para medir el contenido en azúcares, directa o indirectamente, como el hidrómetro o el almidómetro. Este último permite el cálculo aproximado del dulzor potencial, a través del índice de iodo (Barreiro y Ruiz-Altisent, 2000). Puede recurrirse además a análisis químicos, para la determinación de los azúcares reductores o totales, y a indicadores de glucosa, en papel, muy utilizados para las determinaciones de azúcar en patata (Kader, 2002a). La cromatografía líquida (HPLC) es utilizada cuando se pretende un análisis más detallado y la separación individual de azúcares y ácidos (Shewfelt, 1993).

El contenido en sacarosa (azúcar no reductor), glucosa y fructosa (azúcares reductores), así como en azúcares totales, son índices eficaces tanto para analizar la evolución metabólica como la calidad de frutos (Romojaro y Riquelme, 1994; López y Rodríguez, 2000).

Audubert y Chambonniere, en 1996, estudiaron la evolución del índice refractométrico durante las tres semanas que preceden a la maduración de las ciruelas ‘Reina Claudia verde’. El índice refractométrico tuvo un aumento progresivo de 11 a 18°Brix, en comparación con la subida de 4 a 5°Brix que los frutos experimentaron en los dos meses anteriores. Dichos autores, correlacionan esta evolución con el peso medio de los frutos.

Con el objetivo de encontrar métodos no destructivos para la medida de los sólidos solubles, Wai *et al.* (1994) utilizaron la resonancia magnética (H-MR) en cerezas, ciruelas, maíz dulce, manzanas, nectarinas y peras. Después de la utilización de esta técnica en muestras determinadas fue evaluado el contenido en sólidos solubles por refractometría y ajustadas regresiones lineales a los resultados de ambos métodos. Se obtuvieron valores de coeficiente de correlación (r^2) de 0,51 para nectarinas, 0,54 para peras, 0,59 para manzanas, 0,79 para ciruelas, 0,91 para cerezas y 0,94 para maíz dulce.

1.4.1.4. Acidez

La acidez de los frutos se debe a la presencia de ácidos orgánicos que se encuentran almacenados principalmente en la vacuola. La acumulación de los ácidos puede deberse a la desaminación de aminoácidos, a los ácidos tricarboxílicos del ciclo de Krebs y a la translocación desde otras partes de la planta, hojas y raíces, al fruto (Romojaro y Riquelme, 1994).

Los ácidos más ampliamente distribuidos y abundantes son el cítrico y el málico que pueden representar cada uno hasta el 3% del tejido sobre peso fresco. Los ácidos quínico y siquímico (alicíclicos) son ácidos aromáticos que se hallan frecuentemente como metabolitos intermediarios. Los ácidos fenólicos (caféico, cumárico, etc.) que aparecen en los tejidos vegetales se originan en la ruta del ácido siquímico. Estos compuestos suelen encontrarse esterificados con azúcares u otros fenoles o formando parte de los taninos. Pueden ser sustratos del pardeamiento enzimático y también pueden contribuir al oscurecimiento formando complejos con iones metálicos como el cobre y el hierro (Fennema, 2000).

En ciruelas el ácido predominante es el málico (Mitcham y Kader, 1997), en peras el ácido quínico, en uvas el ácido tartárico y en plátanos es el ácido oxálico, que confiere alguna astringencia, seguido por los ácidos cítrico y málico (Baldwin, 2002).

Byrne *et al.* (1991) estudiaron 12 genotipos de melocotón y encontraron que el ácido málico suponía del 50 al 60% del total de ácidos, seguido del cítrico (20 a 25%) y del quínico (20 a 25%).

El contenido de ácidos se puede medir individualmente por HPLC o por titulación (Baldwin *et al.*, 1998). La acidez titulable es fácil de determinar en el jugo extraído.

Durante la maduración fisiológica y organoléptica la acidez decae con frecuencia de un modo muy rápido (Gorny y Kader, 1996). La comestibilidad de la fruta suele estar mejor correlacionada con el cociente azúcar/acidez, o sólidos solubles totales/acidez, que únicamente con la tasa de azúcares o de ácidos.

La acidez titulable y el pH no se hallan directamente relacionados, dado que el pH depende de la concentración de hidrogeniones libres y la capacidad tampón del jugo extraído. Sin embargo, el pH constituye una medida útil, de obtención fácil con la ayuda de un pHmetro, por lo que es ampliamente utilizada.

La acidez total se determina por titulación con hidróxido de sodio expresándose en el ácido predominante, cítrico, málico o tartárico (Kader, 2002a).

1.4.2. Calidad sensorial

En los países desarrollados la noción de calidad de los productos agroalimentarios ha sufrido cambios importantes en los últimos años, ya que al tener satisfechas las necesidades cuantitativas, asistimos al desarrollo de una fase de carácter cualitativo, en la que se empiezan a valorar la higiene y protección de la salud y la capacidad nutritiva y donde el concepto sensorial está adquiriendo una mayor importancia y parece ser que será el factor determinante para el consumidor (Martínez-Madrid *et al.*, 2000).

El concepto de calidad sensorial es difícil de definir porque no está solamente relacionado con las características y propiedades de los alimentos sino que es el resultado de la interacción entre el alimento y el consumidor (Costell, 2002). El concepto de calidad de los consumidores está altamente influenciado por su capacidad de recordar experiencias pasadas. Las expectativas y juicios hechos en alimentos ya conocidos se basan en memorias de experiencias pasadas (Harker *et al.*, 2002).

Mitcham (2006) refiere que en el caso de los frutos, la industria no es capaz de llevar al consumidor un producto con calidad constante y esa es una de las causas por las que el consumo no aumenta de acuerdo con las expectativas, a pesar de ser productos con óptimas características nutricionales.

El conocimiento de las propiedades sensoriales es posible debido a los recientes avances en la evaluación sensorial, en la posibilidad de medir el comportamiento humano y una aproximación sistemática y profesional a los análisis utilizados (Stone y Sidel, 1985).

Se consideran como criterios esenciales para la determinación de la calidad sensorial en frutas y hortalizas el color, el sabor y la textura, como se ha referido en el punto I.4.1. Dichos criterios son determinados por los cambios físicos y químicos que tienen lugar a lo largo de la vida del fruto (Romojaro y Riquelme, 1994).

El concepto de calidad organoléptica integra las sensaciones que experimentamos al consumir un alimento y que se relacionan con aspectos gustativos (dulce, ácido, amargo, etc), olfativos y táctiles (dureza, harinosidad ,etc); es el tipo de calidad de determinación más subjetiva y difícil de definir (Gorini, 1994). La dificultad y el carácter subjetivo es debido al instrumento de medida utilizado: el individuo. Dicha dificultad sólo será superada si se consigue que la evaluación hecha por el individuo sea objetiva (Issanchou *et al.*, 1997).

El estado actual del conocimiento sobre el análisis sensorial lleva a la utilización de conceptos y métodos bien definidos y universales para el correcto empleo de dicha herramienta de evaluación de los alimentos. Son muy importantes los descriptores o atributos que deben reflejar por medio de palabras las sensaciones que se experimentan cuando se prueba (cata) un determinado alimento; deben ser adecuados, precisos y discriminantes (Pacheco-Ribeiro, 1998).

El modo más completo y perfecto de describir un alimento es utilizar atributos cuantificados, cuyo conjunto se denomina perfil sensorial. En la práctica, lo que se obtiene es un conjunto de características debidamente cuantificadas que describen todos los aspectos sensoriales relevantes del alimento, permitiendo un conocimiento profundo del mismo. El

análisis sensorial es considerado la mejor herramienta disponible para explicar la elección de los consumidores (SSHA, 1990).

Es importante establecer metodologías que permitan obtener resultados que se puedan comparar, analizar y discutir conjuntamente. Según Pacheco-Ribeiro (1998), los principios a considerar para una correcta evaluación del análisis sensorial son:

1. La respuesta humana a un estímulo no puede ser aislada de los otros estímulos sensoriales provenientes de una experiencia anterior, o del ambiente, pero su influencia puede ser controlada y sus efectos normalizados.
2. La variación de la respuesta sensorial es inherente a todos los individuos que constituyen el grupo de catadores, y es inevitable. Sin embargo, una vez entrenados, el mismo grupo de catadores puede dar respuestas reproducibles y exactas.
3. La validez de las conclusiones que se extraen de dichos resultados es también dependiente de los ensayos y de su conducción.

Para la evaluación sensorial, de acuerdo con la normativa portuguesa prNP-4263, se pueden utilizar tres tipos de métodos: Análisis de diferenciación, análisis de clasificación y análisis descriptivo cuantitativo, designado por perfil. De acuerdo con Louro y Nunes (1988), el análisis descriptivo cuantitativo pretende caracterizar determinados factores inherentes al producto o a su calidad recurriendo a escalas múltiples o a forma gráfica. Las escalas son no estructuradas y el entrenamiento de los catadores se hace de modo participativo, debiendo ser personas con una buena capacidad de percepción.

Los análisis de clasificación tiene como objetivo establecer un orden que puede estar basado en la intensidad y su grado relativo para una determinada propiedad, en su distribución en categorías nominales predeterminadas, en categorías de una escala ordinal o siguiendo una atribución de una clasificación numérica.

Los análisis de diferenciación tienen como objetivo encontrar o no diferencias sensoriales entre dos productos.

1.4.2.1. Características visuales

Según McDougall (1988) es importante distinguir visión de apariencia: visión es una secuencia de eventos desencadenados en el cerebro por un estímulo externo provocado por la incidencia de la luz en el objeto y percibida en el ojo, mientras que la apariencia es el resultado del reconocimiento y la percepción de las propiedades relacionadas (estructura externa, opacidad, color, etc.).

La evaluación visual, a pesar de sus limitaciones, es una técnica muy utilizada. La utilización de escalas numéricas puede ser útil cuando no existen medidas químicas o físicas que especifiquen una determinada característica. Dichas escalas son ‘tratadas’ como medidas objetivas, aunque adolecen de los problemas de una evaluación sensorial, ya anteriormente descritos (Shewfelt, 1993).

El aspecto o apariencia es el primer factor o atributo en un juicio de calidad de frutos y vegetales (Abbott, 1999). La apariencia se caracteriza por el tamaño, forma, dimensión, color, condición y ausencia de defectos. Lo que se considera una apariencia deseable cambia para algunos productos dependiendo de en qué punto de la cadena se está o de quién hace el juicio (Kays, 1999). El mismo autor divide en tres las características del aspecto: tamaño o dimensión, forma y aspecto o estado. El primero hace referencia al tamaño de cada unidad y afecta la decisión del consumidor, las prácticas de manipulación, el potencial de almacenaje, la selección y la utilización final. El segundo, puede ser determinado utilizando medidas y relaciones matemáticas y el tercero respecta a la forma y ordenación de las partes del producto y también afecta la decisión de consumo y la aceptabilidad del producto.

De acuerdo con Cardello (1994), citado por Murray *et al.* (2001), los atributos visuales de la apariencia influyen enormemente en la aceptación por parte del consumidor. El estudio llevado a cabo por Enneking *et al.* (2007) demuestra la importancia de la combinación de los factores intrínsecos (gusto/sabor) y extrínsecos (marcas, rótulos, etc.) en la determinación de las preferencias de los consumidores, porque además de describirse los efectos principales también se describen las interacciones entre el gusto y los diversos elementos de marketing, lo que permite determinar la clave para producir el producto preferido.

El aspecto o apariencia se puede considerar un atributo relacionado con el carácter hedónico, ya que se refiere a características relacionadas con el carácter agradable o desagradable de un producto (existencia o no de defectos, tamaño y forma esperada o no esperada, etc.). Así la evaluación de los atributos relacionados con el aspecto viene asociada a una connotación hedónica. El pasado cultural y la experiencia personal determinan las connotaciones hedónicas de placer o aversión, no siendo por eso estables y cambiando de individuo a individuo. Se puede reducir dicho efecto utilizando muestras patrón que indiquen al catador cuáles son los objetivos a alcanzar con un determinado producto, pero esto no siempre es posible.

El aprendizaje y la asociación de experiencias agradables o desagradables a un determinado producto pueden modificar los estímulos iniciales, que podrían ser neutros o negativos. La misma situación puede ocurrir en sentido inverso, estímulos inicialmente positivos pueden volverse negativos si se asocian a experiencias negativas.

Cuando la radiación luminosa llega al ojo humano, tiene lugar la sensación de color con lo que se emite un juicio y tenemos la medida sensorial del color. El ser humano tiene unas maravillosas cualidades de visión, pero también sus limitaciones. Las cualidades son, en primer lugar, la capacidad de distinguir entre colores muy semejantes o sea la capacidad de discriminación y, en segundo lugar, la capacidad de integración o capacidad de dar una respuesta global ante una muestra con alguna sombra o irregularidad. Las limitaciones consisten en su mala memoria para recordar colores y la pobreza del lenguaje para describir con palabras la inmensa gama de tonalidades que es capaz de percibir (Calvo, 2002).

El color es un atributo importante en la fidelidad de los consumidores a un determinado producto, así como el sabor o la textura (Staniforth, 2004).

El color es probablemente la característica más importante de la apariencia de los alimentos, especialmente cuando otros aspectos de la calidad están relacionados con él, por ejemplo la maduración de los frutos, como se ha referido en el apartado I.4.1.1.

1.4.2.2. Sabor/Olor

Delwiche (2004) define el ‘flavor’ (que podríamos considerar una combinación de sabor y olor) como la sensación experimentada cuando un alimento o una bebida son colocados en la cavidad bucal. De acuerdo con la ISO 5492 (1992), es una combinación compleja del olfato, gusto y sensaciones del trigémino (nervio facial) experimentadas durante la cata. Puede estar influenciado por efectos táctiles, térmicos, de color y/o cinestéticos.

Existen muchas indicaciones de que las sensaciones del gusto y olfato interactúan. En estudios recientes, Delwiche (2004) observó un aumento de la necesidad de oxígeno en la sangre cuando se presentó una combinación de olor y sabor respecto a cuando se presentaron solos. Esto puede indicar que cuando el sabor y el olor están presentes juntos en una disolución, algo más que el sumatorio de las partes percibidas emerge.

La percepción del “flavor” resulta de la interacción entre numerosos componentes en los frutos y vegetales. El grado de maduración en la poscosecha juega un papel central en su desarrollo, particularmente en los frutos climatéricos (Mattheis y Fellman, 1999).

Las sustancias volátiles son las responsables del olor característico de los frutos. El olor viene determinado por la combinación o superposición de un elevado número de sustancias volátiles (componentes de bajo peso molecular) presentes en cantidades extremadamente pequeñas ($< 100\mu\text{g/g}$ peso fresco), como alcoholes, aldehídos, ésteres, cetonas, compuestos heterocíclicos, terpenos, etc. Durante la etapa de maduración tiene lugar la síntesis de numerosos compuestos orgánicos volátiles. Además, para que el olor característico sea el deseable es necesario que el producto responsable se encuentre en la concentración correcta (Tucker, 1993).

Un gran número de componentes volátiles han sido identificados en frutos, y muchos más serán identificados con el avance de las técnicas de separación y detección y de los métodos cromatográficos, pero sólo un conjunto de ellos es importante en el aroma particular de cada fruto (Kader, 2002b). El etileno es el componente volátil formado en mayores cantidades (50-

70% del contenido en carbono total de todos los volátiles) pero no tiene un fuerte aroma ni contribuye al el aroma típico de los frutos.

A lo largo del proceso madurativo va cambiando el componente aromático dominante. Además, la composición de los compuestos aromáticos es específica para cada especie y por lo general para cada cultivar. Su importancia relativa depende de su concentración (que puede ser inferior a 1 ppb), potencia e interacción con otros componentes. Más de 225 componentes volátiles fueron encontrados en uvas. El aroma de cualquier fruto es una combinación sutil de diversos compuestos (Shewfelt, 1993).

Los compuestos aromáticos más importantes en ciruelas son el linalool, el benzaldehído, el cinamato de metilo y la γ -decalactona, junto con los aldehídos C_6 (Belitz y Grosch, 1993).

El aroma forma parte de un conjunto de sensaciones que son responsables del flavor (olor y sabor). Es una de las más sutiles manifestaciones de los cambios bioquímicos y también es afectado por la humedad relativa (Grierson y Wardowski, 1978). Mattheis y Fellman (1999) refieren que la percepción del “flavor” en frutos y vegetales es el conjunto de respuestas sensoriales en la nariz y en la boca del aroma y del sabor, constituido por ácidos, azúcares, volátiles y un conjunto de otros compuestos. Delwiche (2004) lo define como una combinación multifaceta de las sensaciones experimentadas por el individuo cuando mastica o bebe, y la experiencia que dichos comportamientos y sus interacciones sugieren.

La impresión sensorial del estímulo del sabor cambia con el tiempo. Veldhuizen *et al.* (2006) compararon las características hedónicas con la intensidad de la respuesta y concluyeron que esta última es la que permanece más tiempo. Los autores sugieren la posibilidad de construir una escala que relacione el tiempo con las características hedónicas.

Las nuevas tecnologías de control de calidad de frutos están desarrollando diversos tipos de narices electrónicas con el principal objetivo de determinar mediante paneles de catadores cuáles son los aromas que el consumidor identifica como característicos de los frutos apetecibles y caracterizarlos para que la nariz electrónica los pueda diferenciar y clasificar en función del grupo de consumidores al cual va dirigido (Plaza y Costa, 2005).

Harker *et al.* (2005) refieren la dificultad en encontrar un análisis discriminante válido de evaluación de las propiedades sensoriales, que considere la heterogeneidad encontrada en frutos y vegetales.

La importancia de la memoria en la percepción y gusto de los consumidores sobre los productos es cada vez más reconocida en los estudios sobre consumo y respuestas sensoriales. Las expectativas y los juicios de calidad de alimentos ya conocidos están, en parte, basados en memorias y experiencias pasadas (Harker *et al.*, 2002). Además, la edad juega un papel importante y deberá ser considerada por los profesionales de evaluaciones sensoriales (Popper y Kroll, 2005). Mitcham (2006) considera el “flavor” (sabor/olor) como la clave para el aumento del consumo de frutos; refiere, además, que la primera experiencia de los niños con determinados alimentos es fundamental para que ellos vuelven a repetirla o no. Así, considera fundamental que la industria hortofrutícola sea capaz de suministrar siempre frutos de buena calidad, sin oscilaciones.

En ciruelas ‘Blackamber’ la aceptación del consumidor está significativamente relacionada con los valores de los sólidos solubles totales y la acidez titulable (Crisosto *et al.*, 2004a). Dichos autores acreditan que estos parámetros tienen un papel muy importante cuando aumentan los niveles de producción, aunque dicha relación varía dependiendo del cultivar. La utilización de buenas prácticas culturales y un cuidado extremo en la determinación de la fecha de cosecha son fundamentales.

Más recientemente, en melocotones y nectarinas, Crisosto *et al.* (2006) refieren que para escoger los mejores cultivares es importante el establecimiento de los valores del contenido en sólidos solubles de madurez (RSSC, ripe solid soluble content) y de la acidez titulable de madurez (RTA, ripe titrable acidity) como índices de calidad relativos a las características organolépticas más apreciadas.

1.4.2.3. Textura

Textura es un término general de calidad que describe la percepción en la boca, las características que tienen que ver con el sentido del tacto, propiedades cinestéticas o manifestación de las propiedades reológicas. Integra magnitudes reológicas (grado de

elasticidad y de plasticidad,...) junto a otras de carácter cualitativo para las que no existen definiciones claras (firmeza, dureza,...) (Barreiro y Ruiz-Altisent, 1996).

Como se ha referido en el capítulo I.4.1.2, la textura es una propiedad de los alimentos de carácter sensorial pero que puede ser medido si se reduce a su componente mecánica a través de la utilización de métodos físicos.

Brennan (1988) define la textura como el atributo de una sustancia que es el resultado de una combinación de propiedades físicas y lo que se percibe por los sentidos del tacto (incluyendo la cinestesia (sensación del esfuerzo muscular que acompaña un movimiento voluntario)), de la visión y de la audición. Las propiedades físicas incluyen tamaño, número, forma, naturaleza y conformación de los elementos estructurales constituyentes.

Aunque en la percepción de las características texturales se asocian los tres sentidos, tacto, vista y oído, en la mayoría de los casos es el sentido del tacto el que tiene el papel más importante.

La textura definida como propiedad sensorial percibida por el sentido del tacto y como manifestación externa de las características intrínsecas, específicas y definitorias de cada alimento, presenta un carácter complejo y multidimensional que pone en evidencia la dificultad de su medida (Gervasini, 2002).

La textura de los alimentos es una composición de distintas características identificadas sensorialmente en la boca en tres fases consecutivas: La primera fase del contacto inicial de los alimentos con la boca, la lengua, los dientes, etc., la segunda fase de masticación y la tercera fase residual, justo antes de ser tragado el alimento. La primera fase es muy corta, va desde que el alimento entra en la boca hasta ser mezclado con la saliva, a partir de aquí su constitución se modifica.

Los consumidores evalúan la textura en la boca como la fuerza necesaria para provocar deformación, o la fuerza necesaria para comprimir el alimento entre los dientes molares. La aplicación de dicha fuerza es medida organolépticamente por la presión ejercida por los

dientes, la lengua y el cielo de la boca. Cuando se evalúa la firmeza, existe un aumento linear hasta el máximo de fuerza aplicada.

Estudios efectuados por Sherman en 1988, en la simulación instrumental de las condiciones mecánicas durante la masticación, llevaron a concluir que las evaluaciones ya sean instrumentales o sensoriales son procesos complejos que actúan simultáneamente. El modo como se manifiestan depende de la amplitud de la firmeza exhibida. Según Visschers (2005), para un mismo producto se obtienen resultados muy distintos dependiendo del tiempo de masticación, la acción de la lengua y el grado de lubricación.

Antes de adoptar un método para evaluar las características texturales es necesario establecer el procedimiento de análisis sensorial más adecuado y definir cuáles son los objetivos pretendidos.

1.4.3. Calidad instrumental versus calidad sensorial

De acuerdo con Perry y Carroad (1980), las medidas instrumentales son más reproducibles que las humanas. Aunque las medidas objetivas pierden sentido sin una correlación con las medidas sensoriales.

Mattheis y Fellman (1999) refieren que las diferencias que existen entre cultivares respecto a los sólidos solubles, acidez titulable, pH y las concentraciones individuales de azúcares, ácidos y compuestos volátiles son detectables, pero los valores analíticos no presentan buenas correlaciones con los resultados obtenidos en el análisis sensorial para todos los cultivares.

Karlsen *et al.* (1999) estudiaron el perfil sensorial e instrumental (medidas de textura y composición volátil) de manzanas noruegas y de cultivares importadas. Encontraron diferencias significativas en la calidad sensorial entre cultivares de manzanas mediante un análisis de varianza de dos vías. El modelo considera los cultivares de manzanas como variables dependiente y los atributos sensoriales analizados y su evaluación por el panel de cata como variables independientes.

Las relaciones entre medidas sensoriales e instrumentales de la textura de manzanas fueron evaluadas por Harker *et al.* (2002a), que encontraron que el análisis de punción en la pulpa fue el que mejor predecía las respuestas sensoriales. Aunque, el estudio demostró que algunas diferencias texturales entre manzanas no fueron correctamente predichas por los análisis instrumentales. Según estos autores, la utilización de paneles de catadores o de consumidores sigue siendo una parte crítica en la evaluación de la calidad.

Harker *et al.* (2002b) estudiaron la relación entre las medidas sensoriales e instrumentales del sabor y del “flavor” (sabor/olor) de manzanas. Los resultados mostraron que la acidez titulable fue un buen indicador del sabor ácido, con una correlación de 0,86. La sensación del dulce fue la más difícil de prever utilizando medidas objetivas, aunque se puede utilizar el grado Brix (correlación de 0,41) puesto que diferencias de más de 1° Brix suponen diferencias en el sabor de las manzanas, siendo siempre recomendable la utilización de un panel de catadores entrenado.

Crisosto *et al.* (2004a) evaluaron la aceptabilidad de ciruelas ‘Blackamber’, utilizando pruebas de aceptación, y sus interacciones con determinados parámetros instrumentales de calidad sólidos solubles de madurez (RSSC, ripe solid soluble content) y de la acidez titulable de madurez (RTA, ripe titrable acidity) y firmeza y verificaron que la firmeza de los frutos afecta significativamente a su aceptación por parte de los consumidores.

Mehinagic *et al.* (2004), también en manzanas, obtuvieron altas correlaciones entre los atributos sensoriales de textura y los parámetros obtenidos por penetrometría y compresión, contrariamente a los resultados obtenidos por Harker *et al.* (2002b). La penetrometría es interesante para predecir parámetros sensoriales de calidad de frutos después de la cosecha y la compresión para predecir la evolución durante el almacenamiento Mehinagic *et al.* (2004). Las relaciones entre las variables instrumentales y sensoriales pueden cambiar entre grupos de frutos de diferentes cultivares, aunque no de forma significativa.

1.5. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Por todo lo comentado en este capítulo de Introducción, es evidente la necesidad de estudiar e investigar los factores que pueden influir sobre la calidad de la ciruela ‘Reina Claudia verde’, y evaluar el comportamiento de este fruto durante la poscosecha empleando distintas técnicas de conservación.

Se pretende desarrollar métodos de conservación sostenibles desde el punto de vista de los productores y de los consumidores, que incentiven a los agricultores a mantener y aumentar las áreas de este cultivo.

El presente trabajo forma parte de una línea de investigación que se desarrolló conjuntamente entre el departamento de Fitotecnia, concretamente el laboratorio de Tecnologías de Poscosecha de la Universidad de Évora, y del departamento de Biología y Producción de los Vegetales de la Universidad de Extremadura.

El objetivo general del presente trabajo ha sido estudiar el comportamiento de la ciruela ‘Reina Claudia verde’ durante el almacenamiento poscosecha. Para la concretización del objetivo propuesto se evaluaron frutos provenientes de la misma plantación durante cuatro campañas de producción. En cada campaña se plantearon distintos diseños experimentales con los objetivos que se indican a continuación:

Objetivo 1 – Caracterización de distintos estados de maduración

Con este objetivo se pretendía conocer las características físico-químicas de las ciruelas ‘Reina Claudia verde’ en distintos grados de madurez.

Objetivo 2 – Estudio de la evolución de los frutos en refrigeración

Se evaluó el comportamiento de las ciruelas con distinto estado de maduración a lo largo del almacenamiento refrigerado a dos temperaturas. Durante la campaña tienen lugar picos de

producción y se acumulan gran cantidad de ciruelas en poco tiempo, siendo necesario encontrar la mejor forma de almacenar estos frutos.

Objetivo 3– Estudio de la evolución de los frutos conservados en atmósfera modificada

Se pretendía evaluar el beneficio que reporta la utilización de atmósfera modificada en la calidad instrumental y sensorial de las ciruelas durante el almacenamiento refrigerado.

Objetivo 4 – Evaluación del comportamiento de los frutos durante la vida útil (comercial)

Es fundamental evaluar el comportamiento de las ciruelas durante su exposición a temperatura ambiente después de haber sido sometidas a un almacenamiento refrigerado. Todos los frutos permanecen unos días en el punto de venta e interesa saber cuál es la calidad de esos frutos cuando llegan al consumidor.

MATERIAL Y MÉTODOS

II. MATERIAL Y MÉTODOS

II.1. MATERIAL

El material vegetal utilizado en este trabajo han sido ciruelas ‘Reina Claudia verde’ producidas en la región del Alentejo (Portugal). Las ciruelas fueron cosechadas en una plantación comercial implantada al inicio de la década de los 90 en Vila Viçosa (Portugal), con distancia entre árboles 6 x 4 m. En dicha plantación se efectúa el riego por goteo, con 4 goteros por árbol; no se aplican tratamientos fitosanitarios, debido a la elevada resistencia de los árboles a la mayor parte de plagas y enfermedades. Las ciruelas utilizadas en este estudio provienen de árboles del clon 11 con un porta-injerto GF81.

II.1.1. Metodología utilizada en la recogida y acondicionamiento del material vegetal

La selección de los frutos fue aleatoria, de acuerdo con la ISO 874, tanto respecto a la localización en la plantación como en el árbol, aunque los frutos estuvieron sometidos a las mismas condiciones climatológicas y con las mismas características de suelo.

Se recogieron los frutos de acuerdo con el objetivo en estudio, siendo su elección por grado de madurez, que se determinó midiendo en el campo el contenido en sólidos solubles por refractometría.

Las ciruelas de la variedad ‘Reina Claudia’ verde son frutos de tamaño medio con un peso aproximado de 25 a 30g, cuya piel se encuentra recubierta de pruina, una cera de protección, siendo de color verde que cambia a amarillo en la madurez y pulpa verde.

Para todos los ensayos realizados las ciruelas fueron recogidas a primera hora de la mañana, acondicionadas en cajas forradas con espuma y rápidamente transportadas, a una temperatura aproximada de 20°C, al laboratorio de Tecnología Poscosecha de la Universidad de Évora. En la recepción, ya en laboratorio, los frutos fueron seleccionados de la totalidad de

frutos cosechados, teniendo en cuenta los diversos criterios de calidad externa: frutos intactos, limpios, sin defectos y manteniendo el pedúnculo y la pruina. Además las ciruelas fueron seleccionadas de acuerdo con el calibre, siendo rechazadas las de diámetro inferior a 30 mm, de acuerdo con las normas de calidad que incluyen las ciruelas en los productos con normalización obligatoria. Las ciruelas con diámetro superior a 30 mm están clasificadas como Extra (Figura 2.1).



Figura 2.1: Las ciruelas en el árbol

Todos los frutos fueron pesados y numerados individualmente. La elección del tamaño de la muestra se basó en estudios realizados anteriormente con ciruelas de esta variedad (Agulheiro-Santos y Pacheco-Ribeiro, 1998) y en la cantidad máxima posible de análisis por día de trabajo en laboratorio, ya que estos frutos se degradan rápidamente, cambiando sus características algunas horas después de la cosecha y/o de la salida de la cámara de refrigeración.

Los frutos para su conservación en frío fueron colocados en cajas perforadas que se situaron unas sobre otras apiladas, respetando el límite de altura permitido, para permitir una correcta circulación del aire.

Para la modalidad de atmósfera modificada los frutos fueron envasados (15 frutos por bolsa) en bolsas de película plástica P-plus®, 25cm x 15cm, selladas con calor, que se colocaron en cámara de refrigeración a 2°C e 90-95% de H.R.

Los frutos fueron analizados, de acuerdo con los distintos objetivos, en una, dos o más campañas (año de producción).

El diseño del conjunto de ensayos que persiguen un determinado objetivo se presenta con detalle a continuación.

II.1.2. Diseño experimental

II.1.2.1. Caracterización de distintos estados de maduración

Para la concretización de este objetivo preliminar se recogieron frutos con distintos estados de maduración en dos campañas, de acuerdo con información de carácter práctico.

En la campaña 1 los frutos se cosecharon en dos grados de maduración distintos, correspondiendo a aproximadamente 18°Brix, designado por Maduración 1 (Mad 1), que es el grado de maduración en que normalmente cosechan los agricultores, y 20°Brix por Maduración 2 (Mad 2), considerado el nivel de maduración con más interés para venta directa o maduración de consumo.

En la campaña 2 los frutos fueron cosechados en cuatro grados de maduración distintos con aproximadamente 15°, 17°, 19° y 22° Brix, correspondiendo respectivamente a las designaciones de Maduración 1 (Mad 1), Maduración 2 (Mad 2), Maduración 3 (Mad 3) y Maduración 4 (Mad 4), permitiendo caracterizar los distintos estados de maduración.

II.1.2.2. Estudio de la evolución de los frutos en refrigeración

La persecución de este objetivo, estudio de la conservación en condiciones de frío, obligó a tener ensayos en dos campañas con diseños experimentales parecidos, variando el número total de días total de conservación.

En la campaña 1 se estudió la evolución de la calidad de ciruela ‘Reina Claudia verde’ en dos modalidades de conservación en frío, siguiendo las especificaciones de la norma ISO

6662. Se utilizó un diseño experimental con tres factores: “Tiempo de Conservación” (días de almacenamiento), “Temperatura” (temperatura de almacenamiento) y “Maduración” (grados de maduración). Se ensayaron dos temperaturas de conservación, 0 y 2° C (Temperatura 1 (Temp 1) y Temperatura 2 (Temp 2)) a una humedad relativa entre 90-95%, dos estados de maduración 18° y 20° Brix (Maduración 1 (Mad 1) y Maduración 2 (Mad 2)) y semanalmente, hasta los 42 días, se analizaron muestras de frutos de cada modalidad.

Durante la campaña 2 se repitió el diseño experimental de la campaña 1, pero los frutos se conservaron en frío sólo hasta los 35 días. Esta decisión fue basada en los resultados de la campaña anterior.

Dentro de este segundo objetivo de conservación frigorífica, se propuso un pequeño ensayo que tiene como objetivo la caracterización de frutos provenientes de los mayores productores de ciruela ‘Reina Claudia verde’ en la región de Estremoz y Borba (Alentejo), acompañamiento de su conservación en las condiciones de frío vigentes en la cooperativa de los productores y, en secuencia la indicación de algunas reglas básicas para la cosecha.

II.1.2.2.1. Evolución de los frutos provenientes de diferentes plantaciones

La cooperativa de productores de ciruela ‘Reina Claudia Verde’ de la zona de Estremoz y Borba (Alentejo), recoge ciruela de distintos productores y vende de inmediato para consumo en fresco, conserva en cámaras de frío o prepara los frutos para la producción de “Ameixa d’Elvas”. Sea cual sea el destino de los frutos su calidad intrínseca es determinante, para que el consumidor tenga en su mesa un producto de altísima calidad, como corresponde a productos de denominación de origen. También el mantenimiento de elevados patrones de calidad es clave para la fidelidad del consumidor más exigente.

En la cooperativa se ha observado que existe una gran irregularidad en el grado de maduración de la ciruela proveniente de distintos productores, probablemente debido a diferencias en la concepción de las buenas técnicas para conducción y cosecha de los frutos, lo que dificulta mucho el referido mantenimiento de la calidad.

En este contexto se recogieron ciruelas de los 4 productores más significativos de la cooperativa de productores de la región del Alentejo, en Portugal, “Fruteco”, en las instalaciones de la cooperativa. Se utilizó un diseño experimental con dos factores: “Plantación” (frutos de los diferentes productores y “Tiempo de Conservación” (días de almacenamiento). Los frutos fueron seleccionados y transportados al laboratorio. Se constituyeron grupos de frutos por productor y se almacenaron en cámara frigorífica a 2°C y 90-95% HR, siendo analizados a los 0, 15 y 30 días de conservación.

II.1.2.3. Estudio de la evolución de los frutos conservados en atmósfera modificada

Para la modificación de la atmósfera de conservación se utilizaron bolsas de la película P-plus®, de 25 x 15 cm, en las que se introdujeron 15 ciruelas y se sellaron (Figura 2.2). Se estudió la evolución de los frutos en refrigeración con y sin embalaje plástico, testigo, durante dos campañas.



Figura 2.2: Ciruelas con y sin envase de película PPlus® en laboratorio

En la **campaña 1** para el estudio de la evolución de los frutos, con y sin película plástica en frío a 2°C y 90-95% HR, siguiendo las especificaciones de la norma ISO 6662, se utilizó un diseño experimental con dos factores: “Tiempo de Conservación” (días de almacenamiento) y “Película” (con y sin film plástico). Se emplearon frutos cosechados en el estado de maduración comercial (18° Brix). Semanalmente se analizaron muestras de cada modalidad. Durante 49 días se conservaron en cámara frigorífica a 2° C los dos grupos de

frutos: frutos testigo, sin película, colocados en cajas plásticas forradas con espuma y frutos envasados en bolsas (25 x 15cm) selladas con 15 frutos cada una, utilizando la película plástica P-plus® (AMCOR flexibles).

Este material plástico es muy utilizado para promover la atmósfera modificada en frutos, se trata de una película de polipropileno biorientado con tratamiento anti-condensación en la capa interior de 35 microns, con una permeabilidad al oxígeno de 4500 cm³/m/día/atm, normalmente utilizada en ensaladas.

En la **campaña 2** se utilizó un diseño experimental idéntico al de la campaña anterior, con frutos cosechados con 18°Brix, aunque los frutos se almacenaron solo durante 35 días.

Con los ensayos de la **campaña 3** se utilizó un diseño experimental idéntico al de las campañas anteriores durante 42 días. En esta tercera campaña se ha añadido el análisis sensorial, ya que transmite información importante desde el punto de vista del consumidor, para tener todos los datos sobre la evolución de la calidad de las ciruelas durante la conservación en estas condiciones. Los frutos empleados presentaban un contenido en sólidos solubles totales de aproximadamente 23° Brix.

II.1.2.4. Evaluación del comportamiento de los frutos durante la vida útil (comercial)

La evolución de los frutos a temperatura ambiente (aproximadamente 20°C) después del almacenamiento refrigerado se designa como vida útil ó *shelf-life*, simula el tiempo de exposición en el punto de venta y ha sido estudiado en tres campañas con diseños experimentales distintos.

En la **campaña 1** los frutos en dos estados de maduración con 18 y 20° Brix (Mad 1 y Mad 2), almacenados a dos temperaturas de refrigeración (0 y 2° C e 90-95% HR), se mantuvieron durante 4, 8 y 12 días a temperatura ambiente después de la refrigeración. Este ensayo se realizó quincenalmente, es decir, después de 0, 14, 28 y 42 días de refrigeración.

Se utilizó un diseño experimental con cuatro factores: “Tiempo de Conservación” (días de almacenamiento), “Temperatura” (temperatura de almacenamiento), “Maduración” (grados de maduración) y “Vida útil” (tiempo a temperatura ambiente).

En la **campana 2** se realizó un ensayo de conservación con frutos en dos estados de maduración (Mad 1 y Mad 2) correspondientes respectivamente a los 18 y 20° Brix, durante 35 días a 2°C con una HR 90-95%. A la salida del almacenamiento los frutos se mantuvieron 3 y 6 días a temperatura ambiente, realizándose semanalmente hasta los 35 días de almacenamiento.

Se utilizó un diseño experimental con tres factores: “Tiempo de Conservación” (días de almacenamiento), “Maduración” (grados de maduración) y “Vida útil” (tiempo a temperatura ambiente).

Durante la **campana 3** los frutos fueron almacenados en cámara de refrigeración a 2° C y 90-95% de HR durante 35 días, con y sin película plástica P-plus®. En dicha campaña los frutos fueron cosechados con un valor medio de 18° Brix.

Las ciruelas fueron analizadas a los 7, 21 y 35 días de refrigeración poscosecha y a los 3 y 6 días a temperatura ambiente después de la refrigeración para evaluar su vida útil.

Se utilizó un diseño experimental con tres factores: “Tiempo de Conservación” (días de almacenamiento), “Película” (con y sin película plástica) y “Vida útil” (tiempo a temperatura ambiente).

En las Tablas 2.1 a 2.6 se presenta un esquema de los objetivos propuestos, así como de los días de almacenamiento y de realización de análisis.

Tabla 2.1. – Esquema del objetivo 1 – Caracterización de los frutos en diferentes estados de maduración

OBJETIVO 1				
Campaña	Maduración	Análisis	Día de análisis	
Campaña 1	Maduración 1 18° Brix	Análisis Físicos Pérdida de peso (g) Color (L*, a* y b*)	Día de la cosecha	
	Maduración 2 20° Brix	Análisis Mecánicos Punción de la piel Penetración de la pulpa Análisis Químicos Sólidos solubles totales Acidez titulable		
Campaña 2	Maduración 1 15° Brix	Análisis Físicos Pérdida de peso (g) Color (L*, a* y b*) Análisis Mecánicos Penetración de la piel Penetración de la pulpa Análisis Químicos Sólidos solubles totales Acidez titulable pH	Día de la cosecha	
	Maduración 2 17° Brix			
	Maduración 3 19° Brix			
	Maduración 4 22° Brix			

Tabla 2.2. – Esquema del objetivo 2 – Estudio de la evolución de los frutos en refrigeración

OBJETIVO 2						
Campaña	Maduración	Temperatura	Conservación (días de almacenamiento)	Análisis	Día de análisis	
Campaña 1	Maduración 1 18° Brix	Temperatura 1 0 °C	0	Análisis Físicos Pérdida de peso (g) Color (L*,a* y b*)	0	
		Temperatura 2 2 °C	7		7	
	Maduración 2 20° Brix	Temperatura 1 0 °C	14	Análisis Mecánicos Punción de la piel Penetración de la pulpa	14	
		Temperatura 2 2 °C	21		21	
Campaña 2	Maduración 1 18° Brix	Temperatura 1 0 °C	28	Análisis Químicos Sólidos solubles totales Acidez titulable	28	
		Temperatura 2 2 °C	35		35	
	Maduración 2 20° Brix	Temperatura 1 0 °C	42		42	
		Temperatura 2 2 °C				
Campaña 2	Maduración 1 18° Brix	Temperatura 1 0 °C	0	Análisis Físicos Pérdida de peso (g) Color (L*,a* y b*)	0	
		Temperatura 2 2 °C	7		7	
	Maduración 2 20° Brix	Temperatura 1 0 °C	14	Análisis Mecánicos Penetración de la piel Penetración de la pulpa	14	
		Temperatura 2 2 °C	21		21	
Campaña 2	Maduración 2 20° Brix	Temperatura 1 0 °C	28	Análisis Químicos Sólidos solubles totales Acidez titulable	28	
		Temperatura 2 2 °C	35		35	

Tabla 2.3. –Esquema del objetivo 2.1 - Refrigeración de frutos de distintas plantaciones

OBJETIVO 2						
Campaña	Plantación	Temperatura	Conservación (días de almacenamiento)	Análisis	Día de análisis	
Campaña 3	Plantación 1	Temperatura 2 °C	0 15 30	Análisis Físicos Pérdida de peso (g) Color (L*, a*, y b*) Análisis Mecánicos Penetración de la piel Penetración de la pulpa Análisis Químicos Sólidos solubles totales Acidez titulable	0 15 30	
	Plantación 2					
	Plantación 3					
	Plantación 4					

Tabla 2.4 – Esquema del objetivo 3 - Estudio de la evolución de los frutos conservados en atmósfera modificada

OBJETIVO 3						
Campaña		Temperatura	Conservación (días de almacenamiento)	Análisis	Día de análisis	
Campaña 1	Testigo	Temperatura 2 °C	0	Análisis Físicos	0	
			7	Perdida de peso (g)	7	
	14		Color (L*,a* y b*)	14		
	Película		21	Análisis Mecánicos	21	
			28	Punción de la piel	28	
			35	Penetración de la pulpa	35	
			42	Análisis Químicos	42	
		Sólidos solubles totales				
	Acidez titulable	49				
Campaña 2	Testigo	Temperatura 2 °C	0	Análisis Físicos	0	
			7	Perdida de peso (g)	7	
	14		Color (L*,a* y b*)	14		
	Película		21	Análisis Mecánicos	21	
			28	Penetración de la piel	28	
			35	Penetración de la pulpa	35	
				Análisis Químicos		
		Sólidos solubles totales				
	Acidez titulable					

Tabla 2.5. – Esquema del objetivo 3 – Estudio y análisis sensorial de la evolución de los frutos conservados en atmósfera modificada

OBJETIVO 3 Efectos de la atmósfera modificada						
Campaña		Temperatura	Conservación (días de almacenamiento)	Análisis	Día de análisis	
Campaña 3	Testigo	Temperatura 2 °C	0	Análisis Físicos Pérdida de peso (g) Color (L*,a* y b*)	0	
			7		7	
			14	Análisis Mecánicos Punción de la piel Penetración de la pulpa	14	
			21		21	
	Película		28	Análisis Químicos Sólidos solubles totales Acidez titulable	28	
			35		35	
			42	Análisis Sensorial Análisis descriptivo cuantitativo	42	

Tabla 2.6. - Esquema del objetivo 4 – Evaluación del comportamiento de los frutos durante la vida útil

OBJETIVO 4								
Campaña	Maduración	Temperatura	Refrigeración (días de almacenamiento)	Días de vida útil	Análisis	Día de análisis		
Campaña 1	Maduración 1 18º Brix	Temperatura 1 0 °C	0	0	Análisis Físicos Perdida de peso (g) Color (L*,a* y b*)	(*)		
		Temperatura 2 2 °C	14	4	Análisis Mecánicos Punción de la piel Penetración de la pulpa			
	Maduración 2 20º Brix	Temperatura 1 0 °C	28	8	Análisis Químicos Sólidos solubles totales Acidez titulable			
		Temperatura 2 2 °C	42	12				
	Campaña 2	Maduración 1 18º Brix	Temperatura 2 °C	0	0		Análisis Físicos Perdida de peso (g) Color (L*,a* y b*)	(**)
				7	3		Análisis Mecánicos Penetración de la piel Penetración de la pulpa	
Maduración 2 20º Brix		14		6	Análisis Químicos Sólidos solubles totales Acidez titulable			
		21						
		28						
		35						

(*) A la salida del almacenamiento refrigerado (0, 14, 28 y 42 días) y después de 4, 8 y 12 días a temperatura ambiente

(**) A la salida del almacenamiento refrigerado (0, 7, 14, 21, 28 y 35 días) y después de 3 y 6 días a temperatura ambiente

(cont.)

OBJETIVO 4						
Campaña	Temperatura	Refrigeración (días de almacenamiento)	Días de vida útil	Análisis	Día de análisis	
Campaña 3	Testigo	0	0	Análisis Físicos Pérdida de peso (g) Color (L*, a* y b*)	(*)	
		7	3	Análisis Mecánicos Penetración de la piel Penetración de la pulpa		
		21	6	Análisis Químicos Sólidos solubles totales Acidez titulable		
	Película	35				

(*) A la salida del almacenamiento refrigerado (0, 7, 21 y 35 días) y después de 3 y 6 días a temperatura ambiente

II.2. MÉTODOS

Para evaluar la calidad de los frutos en los diferentes ensayos, se realizaron análisis físicos, mecánicos, químicos y sensoriales.

Todos los análisis fueron realizados en el intervalo de tiempo de 24 horas, ya que los cambios metabólicos en los frutos después de la cosecha son muy acentuados. Este hecho reduce el número de frutos con los que se pudo trabajar en cada fecha de ensayo.

Los análisis se efectuaron cuando los frutos habían alcanzado la temperatura de 20°C, que se midió en el interior del fruto con un termómetro de sonda.

Las ciruelas sometidas a los ensayos de vida útil fueron retiradas de las cámaras y colocadas a temperatura ambiente de 20° C durante los días determinados por cada objetivo, y al final de ellos se analizaron del mismo modo.

Para todas las campañas, los valores medios, la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV) de todos los parámetros evaluados fueron obtenidos de las medidas efectuadas. Los análisis físicos y mecánicos se realizaron en 10 frutos frescos de cada grupo. Los parámetros químicos fueron medidos por duplicado en dos homogeneizados de 5 frutos cada uno, para cada modalidad de almacenamiento ensayada.

II.2.1. Análisis físicos

II.2.1.1 Pérdida de peso

Todos los frutos seleccionados y numerados fueron pesados individualmente en el día de las respectivas cosechas y posteriormente en cada día de análisis, utilizando una balanza de precisión de 0,001 PR 1502 – Mettler Toledo, y se anotaron los valores del peso correspondiente a cada fruto, expresándose en gramos. La pérdida de peso se calculó en relación al día 0 (de cosecha) y se expresó en porcentaje.

II.2.1.2. Color

El color se evaluó utilizando un colorímetro triestímulo Minolta CR-300. Se empleó el sistema CIElab, determinándose las coordenadas cromáticas L^* , a^* y b^* . L^* es la luminosidad y varía entre 0 (negro) y 100 (blanco), a^* y b^* son las coordenadas cromáticas, a^* mide la componente verde ($-a^*$) – roja ($+a^*$) del color y b^* la componente azul ($-b^*$) – amarilla ($+b^*$) del mismo (McGuire, 1992; Abbott, 1999). Antes de realizar las medidas de color en los frutos, se procedió a la calibración del aparato utilizando un patrón blanco, utilizándose como iluminante el D65.

Se midió el color en la piel, previamente limpia con un paño para eliminar la capa de pruina realizándose dos lecturas por fruto en lugares diametralmente opuestos.

II.2.2. Análisis mecánicos

Los análisis mecánicos de textura se efectuaron en un texturómetro *TA-Hdi-Texture Analyser* con el respectivo software *Texture Expert*. La célula de carga fue de 5 Kg y la velocidad de avance de la sonda de medida de 1,00 mm/s (Figura 2.3).

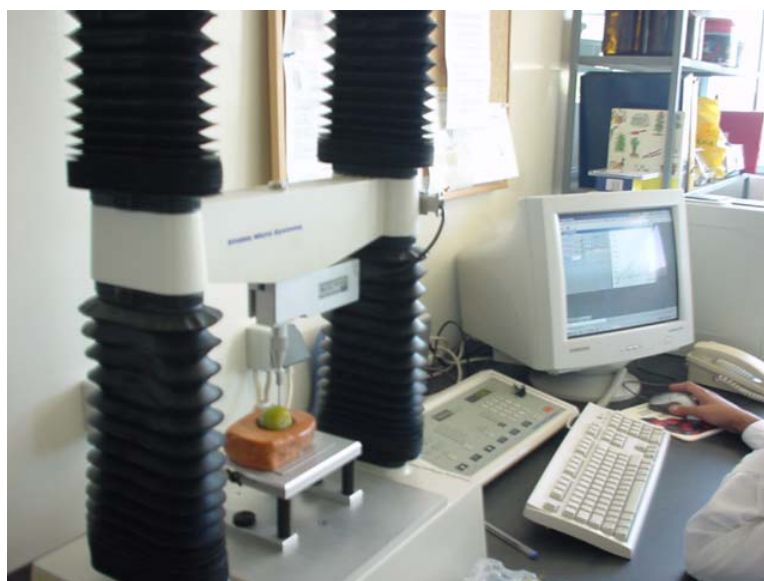


Figura 2.3: Texturómetro en la medición

Las determinaciones analíticas se realizaron por duplicado en lugares diametralmente opuestos de cada fruto en la zona ecuatorial, realizándose los correspondientes procedimientos de calibración antes del inicio de las medidas.

De la curva de fuerza-deformación obtenida de las medidas del texturómetro se definieron tres variables, que fueron consideradas como variables de la textura de las ciruelas, medidas en la piel y en la pulpa después de retirada la piel con la ayuda de un bisturí. Puede considerarse que los frutos tienen un comportamiento viscoelástico y los parámetros prácticos a valorar para definir su textura son los siguientes:

- Fuerza máxima: definido como el valor de la fuerza, medida en Newton (N), necesaria para producir la rotura de la piel de la ciruela o valor máximo en la penetración de la pulpa. El stress que causa ruptura en el material es llamado de resistencia (“breaking strength”) e indica la capacidad de un material de absorber un cierta carga. En evaluaciones de carácter práctico con frutos se utiliza para medir la firmeza de la pulpa y la resistencia de la piel en ensayos de penetración.

- Deformación o Distancia a la fuerza máxima: establecida como la distancia que recorre la sonda del texturómetro causando el desplazamiento relativo de los puntos del cuerpo, hasta el momento de la ruptura de los tejidos de la ciruela. Es una magnitud vectorial que va acompañada de una variación de volumen o de forma. En el estudio de frutos se ha revelado muy relacionada con el estadio de turgencia de los tejidos.

- Pendiente de la curva: es la razón entre la fuerza máxima y el desplazamiento a la fuerza máxima y corresponde a la pendiente de la curva de fuerza-deformación, medida en Nmm^{-1} desde el origen al punto de ruptura o fuerza máxima. La curva fuerza/deformación, a pequeñas deformaciones, es aproximadamente rectilínea y corresponde al modulo de elasticidad, sabiendo que de acuerdo con la ley de Hooke, para el comportamiento elástico ideal, existe una relación lineal entre la deformación del material sólido ensayado y la magnitud de la fuerza aplicada.

II.2.2.1. Punción de la piel

La punción de la piel se realizó solo en la primera campaña en el fruto entero con una sonda de aguja (ref: NP2) que perforó el fruto hasta una profundidad de 5 mm.

Las variables medidas en este ensayo fueron la fuerza máxima de punción FMp (N), la distancia a la fuerza máxima de punción DFMp (mm) y la pendiente de la curva FMp/DFMp (Nmm^{-1}) (Figura 2.4).

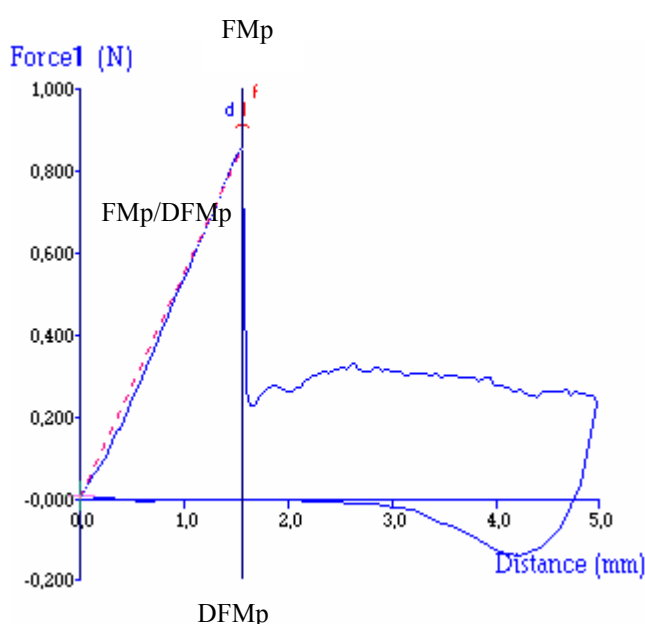


Figura 2.4: Ejemplo de una curva de punción de la piel de ciruela con aguja

II.2.2.2. Penetración de la piel

La penetración de la piel se realizó en el fruto entero con una sonda cilíndrica de base plana de 2 mm de diámetro, que perforó el fruto hasta una profundidad de 3 mm (ref: P2).

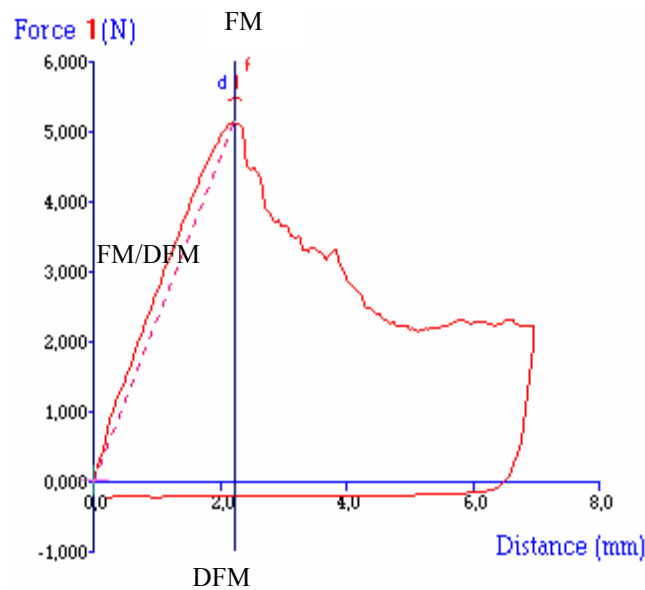


Figura 2.5: Ejemplo de una curva de penetración de la piel de ciruela con sonda cilíndrica de 2 mm

Las variables medidas en este ensayo fueron la fuerza máxima de penetración FM (N), la distancia a la fuerza máxima de penetración DFM (mm) y la pendiente de la curva FM/DFM (Nmm^{-1}). En la figura 2.5 se presenta un gráfico típico de la curva Fuerza/desplazamiento para la penetración de la piel.

II.2.2.3. Penetración de la pulpa

La penetración de la pulpa se realizó utilizando la misma sonda anterior (de base plana y 2 mm de diámetro), que a una velocidad de 1mm/s penetró la pulpa del fruto hasta una profundidad de 7 mm. La piel se retiró de los frutos inmediatamente antes de cada análisis para evitar posibles oxidaciones y pérdidas de humedad.

Las variables medidas en este ensayo fueron la fuerza máxima de penetración FM (N), la distancia a la fuerza máxima de penetración DFM (mm) y la pendiente de la curva FM/DFM (Nmm^{-1}). La Figura 2.6 muestra un gráfico típico de la curva Fuerza/desplazamiento para la penetración de la pulpa de la ciruela ‘Reina Claudia’ verde.

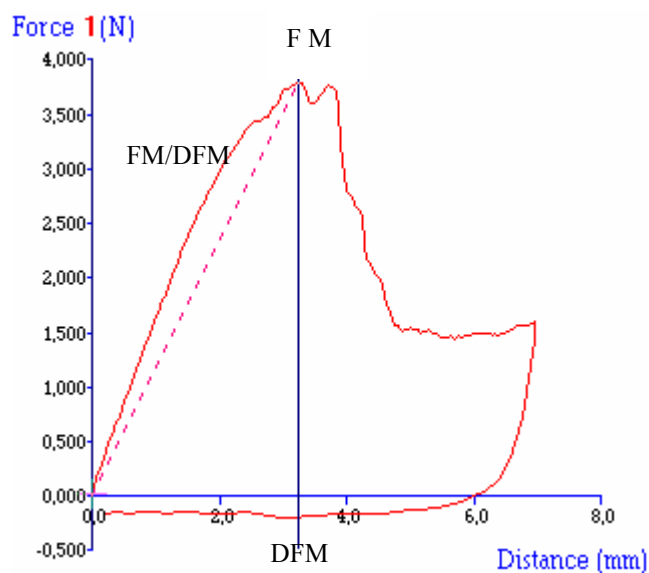


Figura 2.6: Ejemplo de una curva de penetración de la pulpa de ciruela con sonda cilíndrica de 2 mm

II.2.3. Análisis químicos

II.2.3.1. Sólidos solubles totales

Se entiende por sólidos solubles totales (SST) de los frutos el conjunto de sus componentes solubles en agua, siendo una medida de la densidad, expresada en °Brix. Un grado Brix es la densidad que tiene a 20° C una disolución de sacarosa al 1%, que corresponde con un determinado índice de refracción. Se dice que una concentración de sólidos disueltos de 1°Brix posee un índice de refracción igual al de una disolución de sacarosa al 1% (p/v).

El contenido en SST se determinó utilizando un refractómetro Atago PR – 101, después de calibrado con agua destilada. Se efectuaron las determinaciones por duplicado en cada 5

frutos, tomándose una parte del homogeneizado que se filtra por una gasa hasta dejar caer una gota del filtrado en la ventana del refractómetro.

II.2.3.2. pH y Acidez titulable

El pH se evaluó en una disolución de 10 g de homogeneizado diluido en 150 ml de agua destilada, utilizando un potenciómetro previamente calibrado con las disoluciones de pH 7,01 y 4,01 respectivamente.

La acidez se determinó en el homogeneizado anteriormente referido siguiendo la norma ISO 750-1981, por valoración con hidróxido de sodio 0,1 N hasta pH = 8,10. Se realizaron dos valoraciones por grupo de frutos y el resultado se expresó en tanto por ciento de ácido málico que es el predominante en la ciruela (Somogyi *et al.*, 1996).

II.2.4. Análisis sensorial

Para la realización del análisis sensorial, y pretendiéndose correlacionar los resultados obtenidos con los resultados de los análisis físicos y químicos, se optó por utilizar análisis clasificados como analíticos (Costell y Duran, 1981). Son análisis que indican diferencias entre productos o describen una o varias de sus características, siendo ejecutados normalmente por paneles de catadores entrenados o semi entrenados (que es el caso de este trabajo) con un número limitado de miembros (10 en este caso).

Las pruebas analíticas y descriptivas, utilizadas en este trabajo permiten evaluar las diferencias entre muestras, la magnitud de esas diferencias y su concretización (Figura 2.7). Dentro de los análisis descriptivos se optó por pruebas escalares por permitieren definir en una escala determinada la característica y/o atributo. Se utilizó una escala múltiple no estructurada de 1 a 9 puntos, o sea, con un intervalo numérico asociado a descriptores antagónicos en el inicio y en el final dicho intervalo. Los jueces indicaron la intensidad de cada atributo colocando una marca sobre cada una de las líneas (Figura 2.7).



Figura 2.7: Los catadores en el momento de cata

La hoja de cata se elaboró de acuerdo con la bibliografía revisada (Land y Shepherd, 1988; Köster, 1990; Stone y Sidel, 1985) y hojas de cata ya utilizadas en otros frutos (Gervasini, 2002). En la figura 2.8 se muestra una hoja de cata de las empleadas. Los descriptores utilizados fueron:

- Aspecto exterior
- Color de la piel
- Color de la pulpa
- Sabor dulce
- Sabor ácido
- Sabor característico de la fruta (ciruela)
- Firmeza
- Suculencia
- Evaluación global

Cada una de las muestras se identificó con tres letras y se cató por duplicado. La evaluación tuvo lugar de manera individual en cabinas equipadas con luz fluorescente a temperatura controlada de 20 -22° C.

ANÁLISIS SENSORIAL DE CIRUELA

Nombre:

Fecha:

Muestra:

Características visuales

Aspecto exterior

1 _____ 5 _____ 9
(Defectuoso) (Excelente)

Color de la piel

1 _____ 5 _____ 9
(Muy Claro) (Muy Oscuro)

Color de la pulpa

1 _____ 5 _____ 9
(Muy Claro) (Muy Oscuro)

Sabor

Dulce

1 _____ 5 _____ 9
(Poco Dulce) (Muy Dulce)

Ácido

1 _____ 5 _____ 9
(Poco Ácido) (Muy Ácido)

A fruta (ciruela)

1 _____ 5 _____ 9
(Insípido) (Muy Intenso)

Textura

Firmeza

1 _____ 5 _____ 9
(Muy Blanda) (Muy Dura)

Sculencia

1 _____ 5 _____ 9
(Muy Seca) (Muy Suculenta)

Evaluación Global

1 _____ 5 _____ 9
(Rechazable) (Excelente)

Figura 2.8: Hoja de cata

II.2.5. Análisis estadístico

El tratamiento estadístico de los resultados ha sido realizado con la ayuda del paquete estadístico “STATISTICA versión 5, stasoft”.

La evolución de las variables medidas en poscosecha, se expresó con relación al tiempo transcurrido desde la cosecha (“Tiempo de Conservación”), la temperatura de conservación (“Temperatura”), grado de maduración (“Maduración”), embalaje (“Película”) y días de vida útil (“Vida útil”). Se realizó un análisis de varianza (Fonseca, 2001) para cada fecha de evaluación desde cosecha hasta 35, 42 y 49 días de almacenamiento de acuerdo con las campañas, en caso de encontrar diferencias significativas se realizó el test de Tukey para comparación múltiple.

En el análisis sensorial se ha utilizado las matrices de correlación (Fowler y Cohen, 1994) para evaluar las relaciones o asociaciones entre las variables, o sea, evaluar cualquier relación entre dos variables medidas. Cuando las relaciones se presentaban significativas para $r \geq 0,70$ (Auerswald *et al.*, 1999; Adhikari *et al.*, 2003) se calcularan las respectivas ecuaciones de regresión lineal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

III.1. CARACTERIZACIÓN DE DISTINTOS ESTADOS DE MADURACIÓN

Durante dos campañas se evaluaron ciruelas ‘Reina Claudia verde’ recién recolectadas y clasificadas en grupos según su contenido en sólidos solubles totales (SST), mediante análisis físicos, químicos y mecánicos. En la campaña 1 los estados de Maduración 1 y Maduración 2 corresponden a un contenido en SST de 18 y 20 °Brix y en la campaña 2 Maduración 1, Maduración 2, Maduración 3 y Maduración 4 se corresponden aproximadamente a 15, 17, 19 y 22 °Brix, respectivamente.

Con el análisis estadístico efectuado, se obtuvieron los valores medios, la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV) para cada campaña. Se optó por evaluar estadísticamente todos los resultados obtenidos mediante la utilización de un análisis de varianza (ANOVA) y posteriormente se realizó una comparación de medias utilizando el test de Tukey para los que resultaron significativos. Las Tablas 3.1 y 3.2 muestran los valores medios obtenidos para los parámetros estudiados.

Tabla 3.1 – Valores medios y comparación de medias de peso, coordenadas cromáticas, SST, acidez y pH para los distintos estados de maduración en las dos campañas

Parámetros Maduración	Peso	Coordenadas cromáticas			Parámetros químicos		
	g	L*	a*	b*	SST (°Brix)	Acidez (%)	pH
Campaña 1							
Maduración 1 (18°Brix)	25,34a	50,11b	-13,71b	26,90a	18,60a	1,16a	3,16a
Maduración 2 (20°Brix)	29,36b	52,33a	-9,35a	29,21a	20,70b	0,98b	3,39a
Campaña 2							
Maduración 1 (15 °Brix)	23,97a	52,33b	-14,27c	29,04c	15,40d	1,23a	3,57b
Maduración 2 (17 °Brix)	25,20b	51,52b	-13,49c	31,67bc	18,15c	0,99b	3,66b
Maduración 3 (19 °Brix)	27,54c	52,99ab	-10,04b	33,40b	19,98b	0,91c	3,66b
Maduración 4 (22 °Brix)	27,22d	54,49a	-2,06a	36,46a	23,71a	0,83d	3,87a

NOTA: En cada campaña y para cada parámetro, valores seguidos de letras minúsculas distintas son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

La comparación de medias (Tabla 3.1) muestra que hay una diferencia significativa entre los distintos grados de madurez para los valores de peso, parámetro a^* de color, sólidos solubles totales (SST) y acidez. Se observa que cuanto mayor es el contenido en SST más

peso tienen las ciruelas, lo que está de acuerdo con los resultados obtenidos por Crisosto *et al.* (2004) en ciruelas ‘Blackamber’, cosechadas en cuatro fechas sucesivas. Se efectuó un análisis de correlación entre el grado Brix y el peso de las ciruelas, siendo el factor de correlación de 0,74, lo que era de esperar puesto que cuanto más madura está la ciruela en la cosecha más tiempo ha permanecido en el árbol y por eso ha adquirido mayor peso hasta un valor máximo que se alcanza en los frutos de la Maduración 2 de 1ª campaña. De acuerdo con Crisosto *et al.* (1995), los frutos cosechados con un grado de madurez avanzado tienen una corta vida poscosecha, pudiendo desarrollar sabores indeseables y una textura harinosa.

Según Audubert y Chamboniere (1996), el parámetro más representativo del color de fondo de la ciruela ‘Reina Claudia INFEL®’ es la coordenada de color a^* . En este estudio el parámetro a^* presenta diferencias significativas entre los grados de maduración, pudiendo dichas diferencias permitir la distinción entre grados de madurez. Semejantes resultados fueron obtenidos en estudios con melocotones (Delwiche y Baumgardner, 1983; Ferrer *et al.*, 2005). Por otro lado, se observa un aumento de los valores de a^* (de negativos para ‘menos’ negativos) a medida que los SST van aumentando, presentando una correlación elevada ($r = 0,94$). La subida de los valores del parámetro a^* corresponde a una disminución del color verde, que se debe a una degradación de la clorofila, estando de acuerdo con la evolución esperada en la mayoría de los frutos.

Los parámetros de color L^* y b^* a pesar de presentar algunas diferencias no son tan evidentes. En general, L^* aumenta con el grado de maduración en las dos campañas debido a un oscurecimiento natural de los frutos. Altube *et al.* (2001), en ensayos realizados en dos cultivares de melocotón, concluyen que el parámetro a^* fue el que resultó más sensible, comparado con los valores de L^* y b^* , y cambió en las tres fechas de cosecha por lo que debe tenerse en cuenta como un indicador de madurez. Malgarim *et al.* (2005) utilizaron el color de la epidermis, con el mismo sistema de medida, como criterio para distinguir distintos estadios de maduración en ciruelas del cultivar ‘Amarelinha’.

El valor de pH no muestra diferencias a excepción de las ciruelas de Maduración 4 (aprox. 22°Brix), que va acompañado del descenso de los valores de acidez. La evaluación del pH no parece tener tanto interés como la de la acidez que evidencia claramente la evolución de los frutos.

Observando los resultados de acidez y SST se puede comprobar que la evolución de los azúcares, expresados como grado Brix, sigue el sentido contrario a los ácidos, como se refiere de modo general para otros frutos (Macrae *et al.*, 1993; Tucker, 1993; Wills *et al.*, 1999).

Tabla 3.2 – Valores medios y comparación de los parámetros reológicos para los distintos estados de maduración en las dos campañas

Parámetros Maduración	Parámetros de la piel				Parámetros de la pulpa		
	Resistencia - Punción (N)	Resistencia - Penetración (N)	Deformación (mm)	Pendiente (Nmm ⁻¹)	Firmeza (N)	Deformación (mm)	Pendiente (Nmm ⁻¹)
Campaña1							
Maduración 1 (18°Brix)	1,34a		0,87a	1,48a	6,20a	2,64a	2,28a
Maduración 2 (20°Brix)	1,08a		0,62a	1,42a	3,86b	1,81b	2,09a
Campaña2							
Maduración 1 (15 °Brix)		17,36a	2,72b	6,40a	9,84a	2,39ab	4,15a
Maduración 2 (17 °Brix)		12,31b	3,17a	3,87b	6,59b	2,48a	2,64b
Maduración 3 (19 °Brix)		10,93b	3,14a	3,50bc	5,99b	2,60a	2,30b
Maduración 4 (22 °Brix)		8,75c	2,76b	3,19c	4,33c	1,91b	2,23b

NOTA: En cada campaña y para cada parámetro, valores seguidos de letras minúsculas distintas son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Para evaluar la resistencia de la piel en la primera campaña se utilizó una aguja cónica y en la segunda una sonda cilíndrica de 2 mm de diámetro. La utilización de la sonda de 2 mm de base plana también para la piel en la segunda campaña fue con el objetivo de poder utilizar este análisis para sacar información sobre la pulpa del fruto, ahorrando así en el futuro la realización del análisis de penetración en la pulpa *per se*, y también por el hecho de que la sonda de aguja para estudio de la piel no presentaba una lectura muy clara. El problema del cambio de método es que no se pueden comparar los resultados obtenidos en la piel en las dos campañas.

Los frutos con 15 y 22° Brix (Maduración 1 y Maduración 4 de la segunda campaña respectivamente) presentan diferencias significativas entre sí para la resistencia de la piel, con valores muy distintos (17,36 y 8,75 respectivamente), mientras que los frutos de Maduración 2 e 3 (17 e 19° Brix) no se distinguen entre sí y presentan valores intermedios. Esta disminución en la resistencia de la piel se encuentra también en otros frutos. La resistencia del

epicarpio y de la epidermis (“piel”) es una parte importante de la resistencia de algunos frutos, siendo ampliamente estudiado en el caso del tomate para industria (Pagalday y Ruiz-Altisent, 1983). También Voisey *et al.* (1970) y Cotner *et al.* (1986) estudiaron las relaciones entre la estructura de la piel de diversas cultivares de tomate y su resistencia a la rotura (“cracking”).

La pendiente de las curvas fuerza-desplazamiento (Nmm^{-1}) es un parámetro utilizado para evaluar la textura de los frutos, es la razón entre la fuerza máxima y la distancia a la fuerza máxima, lo que puede ser indicativo de la elasticidad y de la firmeza (McClements, 2004). Mencarelli *et al.* (1994) utilizaron la pendiente de la curva fuerza-deformación como índice de firmeza en bayas. En este estudio los frutos con 15 y 22° Brix de la segunda campaña presentan diferencias significativas entre sí para la pendiente en la piel (6,40 y 3,19 respectivamente), también con valores cada vez menores con el aumento de la maduración. Esta observación es corroborada por la afirmación hecha por Barreiro y Ruiz-Altisent (1996), quienes refieren que la pendiente es un parámetro utilizado para evaluar el estado de maduración de los frutos, es la razón entre la firmeza y la deformación a la fuerza máxima lo que clarifica el comportamiento de los mismos. Serrano *et al.* (2003) evaluaron la firmeza en ciruelas utilizando la misma relación fuerza-deformación. Bourne (1980) utilizó la fuerza máxima alcanzada en el momento de la ruptura como índice de firmeza de la piel de la fruta.

El proceso de maduración causa la degradación de los hidratos de carbono poliméricos, sobre todo pectinas y hemicelulosas, debilita las paredes celulares y las fuerzas de cohesión entre las células, disminuyendo la firmeza y cambiando alguna de las propiedades mecánicas de los tejidos de los frutos. Kramer y Szczesniak (1975) afirman que la textura de los frutos está relacionada con la cohesividad y forma de las células, la turgencia, las estructuras de soporte y la composición de los tejidos y depende de los cambios que tienen lugar en estas características durante el proceso de maduración, sobre todo en las sustancias pécticas de las paredes celulares.

La fuerza máxima del análisis de penetración es ampliamente referida como una medida de firmeza de la pulpa, que generalmente disminuye con el aumento del grado de madurez, lo que se confirma en los resultados obtenidos en las dos campañas. La primera campaña presenta valores significativamente distintos para Maduración 1 y 2 (6,20 y 3,86 N

respectivamente). En la segunda campaña se distinguen los frutos de Maduración 1 y 4, (9,84 y 4,33 N respectivamente) de los dos intermedios Mad 2 y Mad 3, que no se distinguen entre sí. Observamos que se repite el hecho de no poder distinguir los frutos de Maduración 2 y 3 de la segunda campaña, lo que significa que en términos de textura hay diferencias entre estadios de Maduración extremos, no siendo posible diferenciar entre los estados de maduración intermedios correspondientes a 17° y 19° Brix. Crisosto *et al.* (2004a) refieren valores de 4,4 a 17,8 N para el fruto maduro en ensayos realizados en ciruelas, melocotones y nectarinas.

De un modo general, se puede concluir que los frutos cosechados con valores de SST elevados presentan mayor peso, pero este hecho no es indicador de mejores frutos ya que su comportamiento textural no es ideal. El parámetro a^* de color, a semejanza de lo encontrado en otros estudios, parece ser un buen indicador de las diferencias entre estadios de maduración, además es un método no destructivo con las ventajas que ello conlleva. Parece ser que la evaluación de las características reológicas, resistencia de la piel y firmeza de la pulpa, distinguen los frutos con marcadas diferencias de madurez, no presentando sensibilidad para ligeros cambios de textura.

III.1.1. Caracterización nutricional de ciruelas

Además de la caracterización físico-química realizada en las dos primeras campañas, se llevó a cabo una caracterización nutricional de la ciruela ‘Reina Claudia verde’ en una campaña posterior. En la Tabla 3.3 se muestran los valores medios de diversos parámetros nutricionales de ciruelas ‘Reina Claudia verde’ cosechadas con aproximadamente 22° Brix, maduración de consumo.

De una forma general, se puede decir que, los valores encontrados para dicho cultivar son semejantes a los valores encontrados en la bibliografía revisada (Nergiz y Yildiz, 1997; Stacewicz-Sapuntzakis *et al.*, 2001; Chun *et al.*, 2003; Chun y Kim, 2004; Kim *et al.*, 2003; Çalişir *et al.*, 2005) respecto a humedad, carbohidratos y proteína. Los valores de fibra dietética, ceniza y fenoles difieren, en mayor o menor grado, de los reportados en la bibliografía. Así Stacewicz-Sapuntzakis *et al.* (2001) encontraron valores de fibra dietética de

1,5% (*Prunus domestica* cultivar d' Agen) y Çalışır *et al.* (2005) de 1,6% (*Prunus* spp.) frente a un 2,99% de estas ciruelas. El contenido en cenizas, 0,61%, es muy inferior al encontrado por Çalışır *et al.* (2005), 3,0%. Respecto a los fenoles totales, los valores encontrados en la bibliografía para los cultivares 'Wickson', 'Black Beaut', 'Red Beaut', 'Santa Rosa' y 'Angeleno' de California varían entre 49 y 109 mg/100g (Kim *et al.*, 2003)); para ciruelas (*Prunus domestica*) del cultivar 'd' Agen' la concentración de fenoles fue de 111mg/100g (Stacewicz-Sapuntzakis *et al.*, 2001) y para 'Golden Japan' inferior a 40 mg/100g (Zapata *et al.*, 2006), valores siempre inferiores a los del cultivar 'Reina Claudia verde', con un contenido de 323,77mg/100g.

Tabla 3.3 - Composición nutricional de ciruelas 'Reina Claudia verde'

PARÁMETROS	Resultados
Humedad (%)	76,44
Carbohidratos (%)	18,99
Fibra dietética (%)	2,99
Proteína (%)	0,97
Cenizas (%)	0,61
Energía (Kcal/100g)	83,92
AAT ¹ (mg Trolox/100g)	447,61
Fenoles (mg/100g)	323,77
Pigmentos (ppm)	
Zeaxantina	-
Beta-caroteno	5,05
Clorofila a	11,39
Clorofila b	1,38
Clorofila total	13,52

Todos los datos expresados en base húmeda

¹AAT – Actividad Antioxidante Total

Se considera que la ciruela 'Reina Claudia verde' tiene grandes propiedades nutricionales e incluso terapéuticas. Los resultados obtenidos por nosotros indican que es una buena fuente de fibra dietética y de compuestos fenólicos. Dichos compuestos se caracterizan por sus propiedades antioxidantes, bloqueando o reduciendo el efecto dañino de los radicales libres implicados en muchos procesos degenerativos.

Además se determinó la actividad antioxidante total (AAT) que es utilizado como parámetro para valorar la calidad nutricional de frutas y hortalizas. El método utilizado para la determinación de la AAT fue descrito por Cano *et al.* (1998) y utiliza el sistema enzimático formado por el cromóforo ABTS (sal de amonio del 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin-6-ácido sulfónico), peroxidasa y peróxido de hidrógeno, donde se genera el radical $ABTS^+$ de color azul. Al añadir a este sistema una sustancia antioxidante, disminuye la concentración del radical, con la consecuente bajada de absorbancia, que es lo que se determina. La actividad antioxidante total encontrada en esta variedad de ciruela es bastante alta, lo que reafirma los efectos beneficiosos para nuestro organismo del consumo de estas ciruelas.

III.2. ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LOS FRUTOS EN REFRIGERACIÓN

Como se ha referido en el apartado I. 5 (Justificación y objetivos), se pretende evaluar el comportamiento de los frutos con distintos grados de maduración, conservados en frío, a temperaturas de 0°C y 2°C y 90% HR, durante 2 campañas. Los diseños fueron similares pero se cambió el tiempo total de conservación, 42 días en la primera campaña y 35 días en la segunda, de acuerdo con la información del año anterior.

III.2.1. Evolución de los frutos en la campaña 1

Se utilizó un diseño experimental con tres factores: “Tiempo de Conservación” (días de almacenamiento), “Temperatura” (temperatura de almacenamiento) y “Maduración” (grado de maduración).

III.2.1.1. Pérdida de peso

La pérdida de peso en los dos grados de maduración para las dos temperaturas mostró una evolución similar de aumento, alcanzándose valores elevados especialmente para los frutos conservados a 0° C; pérdidas de 2,2 g en valores absolutos lo que supone un 7,5% a los 42 días. El grupo conservado a 2° C nunca alcanza pérdidas de peso tan elevadas (Figura 3.1).

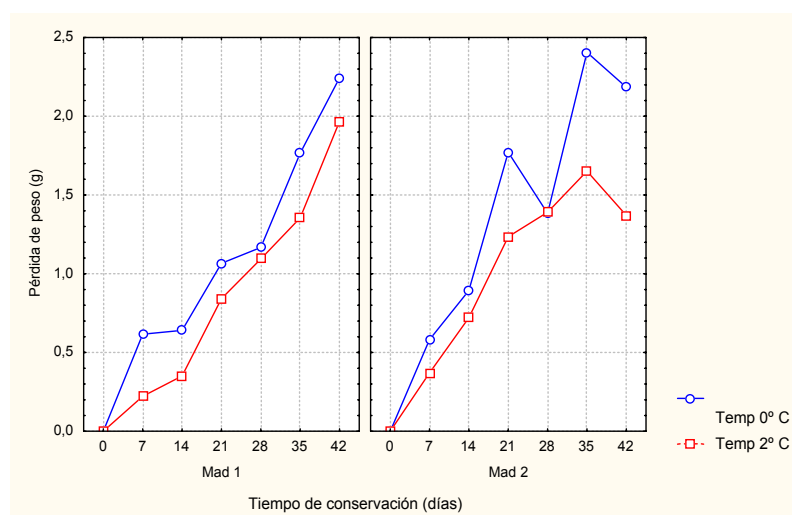


Figura 3.1: Evolución de las pérdidas de peso de los frutos en refrigeración

Los resultados obtenidos no concuerdan con las recomendaciones de Crisosto y Kader (2002) que aconsejan temperaturas de -1,1 a 0°C para el almacenamiento de ciruela, aunque dichos autores refieren que el contenido en SST puede condicionar dichas temperaturas. También Plich y Michalczuk (1999), en ciruelas de las cultivares ‘Valor’ y ‘Bluefre’, recomiendan la utilización de -0,5° C para su conservación. Por el contrario, Gast (1991) apunta las ciruelas como frutos sensibles a los daños por frío cuando se almacenan a 0° C, estando de acuerdo con los resultados obtenidos por nosotros.

Se realizó un análisis de varianza de tres vías (“Maduración”, “Temperatura” y “Tiempo de Conservación”) (Anexo II – Tabla 1). Las medias, desviación estándar y coeficiente de variación se pueden observar en el Anexo I – Tablas1, 2 y 3. Para profundizar más en este aspecto de la pérdida de peso, que tiene una gran importancia práctica y de uso cotidiano en la comercialización de frutos, se muestran los valores medios de las interacciones y su comparación múltiple efectuada con el test de Tukey HSD (Tabla 3.4).

Tabla 3.4 - Valores medios de la comparación múltiple para las interacciones “Tiempo de Conservación” x “Maduración” y “Tiempo de Conservación” x “Temperatura” de la pérdida de peso

Pérdida de peso (g)							
Tiempo de Conservación (días)	0	7	14	21	28	35	42
Maduración 1	0aE	0,42aD	0,50aD	0,95bC	1,13aC	1,56bB	2,11aA
Maduración 2	0aE	0,48aD	0,81aC	1,50aAB	1,39aB	2,03A	1,78aA
Temperatura 0 °C	0aE	0,60aD	0,77aD	1,42aC	1,28aC	2,09aB	2,22aA
Temperatura 2 °C	0aD	0,30aCD	0,54aC	1,04bB	1,24aB	1,50bAB	1,67bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, para cada factor en estudio (Maduración o Temperatura) en el mismo día de análisis representan diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Existe interacción significativa entre los factores “Tiempo de Conservación” y “Maduración” que se observa sólo en algunos días como 21 y 35. El factor “Tiempo de Conservación” presenta un efecto significativo, en especial para los frutos de Maduración 1, más verdes, con valores crecientes casi siempre significativamente diferentes de una fecha a otra. Estos resultados no concuerdan con la afirmación de Crisosto *et al.* (1995) que los frutos cosechados poco maduros pierden agua más rápidamente, aumentando su susceptibilidad al deterioro.

Para el factor “Temperatura” se verifica lo mismo respecto a la temperatura de 0°C, presentándose diferencias menos acentuadas a la temperatura de 2°C para el efecto “Tiempo de Conservación”. En el último día, 42, los frutos conservados a 2°C eran los que presentaban valores de pérdida de peso significativamente más bajos.

De un modo general, se puede concluir que los valores medios de pérdida de peso durante la conservación y al final de la misma son más bajos a la temperatura de 2°C, por lo que parece ser esta la temperatura de conservación más adecuada para este tipo de frutos. Con respecto al grado de maduración no se observa un efecto tan claro, pero se puede conjeturar que los frutos de Maduración 1 presentan casi siempre valores inferiores, siendo los mejores respecto a la pérdida de peso. Desde un punto de vista práctico la temperatura de 2°C resulta más interesante ya que es más fácil de mantener en cámaras comunes, siendo más barato.

III.2.1.2. Color

Los valores de las coordenadas de color a lo largo del almacenamiento son distintos para los frutos de los dos grados de maduración, especialmente respecto al parámetro a^* (Figura 3.2).

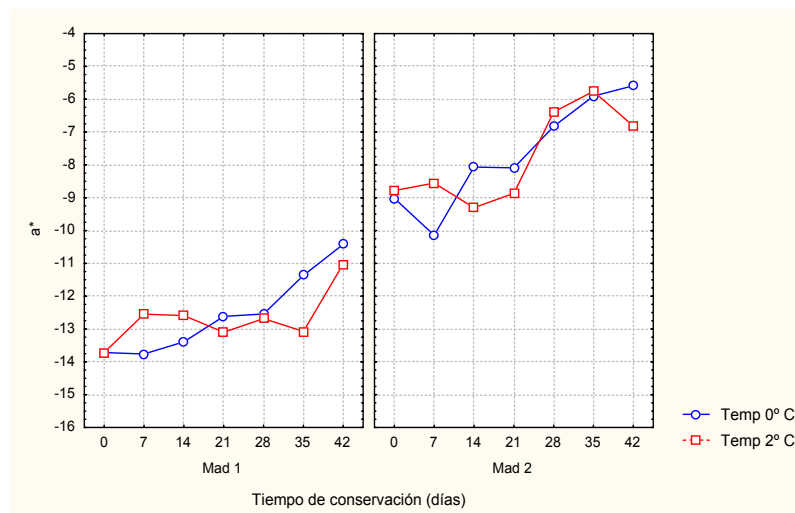


Figura 3.2: Evolución del parámetro a^* durante el almacenamiento refrigerado

Según Audubert y Chambonniere (1996), la variación de la coordenada cromática a^* corresponde a una evolución en el color de las ciruelas de predominantemente verdes ($-14 < a^* < -11$), pasando por predominantemente amarillas ($-11 < a^* < -8$) hasta amarillas ($a^* > -8$).

Los frutos de Maduración 1, más inmaduros, presentan valores de a^* más bajos desde la cosecha, siendo más verdes (predominantemente verdes) y con una evolución en sentido de los tonos amarillos, especialmente a partir de los 28 días de conservación, pero nunca alcanzan los valores iniciales de Maduración 2 (aprox. -9), cosechados más maduros, que ya en la cosecha presentan valores más elevados y con una subida más regular a lo largo de la conservación, alcanzando los tonos amarillos ($a^* > -8$) a partir de los 21 días de almacenamiento. Dicha coordenada cromática es, como se ha referido, la más representativa, ya que es coherente con lo que se espera en dichos frutos, un cambio de color hacia tonos amarillos.

Estos resultados se confirmaron cuando se realizó el análisis de varianza (Anexo II - Tabla 3), verificándose que existen diferencias significativas en el parámetro a^* para los factores “Maduración” y “Tiempo de Conservación”. Para las coordenadas L^* y b^* el factor “Tiempo de Conservación” también es significativo. En la Tabla 3.5 se muestra la comparación múltiple de medias efectuada con el test de Tukey HSD, para todas las interacciones significativas entre factores.

El parámetro a^* presenta interacciones significativas entre los factores “Tiempo de Conservación” x “Maduración” y “Tiempo de Conservación” x “Temperatura”. En el primer caso, las diferencias entre Maduración 1 y Maduración 2 son evidentes y significativas en cada uno de los días de análisis, luego este puede ser un buen indicador de distinción entre grados de maduración, como se ha referido en el apartado 3.1. Delwiche y Baumgardner (1983) y Ferrer *et al.* (2005), en estudios realizados en melocotón, concluyeron que dicha coordenada es la que mejor diferencia los cambios de color a lo largo de la maduración. Tourjee *et al.* (1998) apuntan dicho parámetro a^* de enorme utilidad como un buen índice de madurez.

Tabla 3.5 - Valores medios de la comparación múltiple para las interacciones “Tiempo de Conservación” x “Maduración” y “Tiempo de Conservación” x “Temperatura” de los parámetros de color

Parámetro L*							
Tiempo de Conservación (días)	0	7	14	21	28	35	42
Maduración 1	50,11bA	50,93aA	51,15aA	49,67aA	49,89aA	49,94aA	49,52aA
Maduración 2	52,30aA	51,02aA	50,66aA	50,44aA	50,25aA	48,13aB	51,62aA
Parámetro a*							
Maduración 1	-13,71bB	-13,15bB	-12,99bB	-12,86bB	-12,62bB	-12,22bB	-10,72bA
Maduración 2	-8,90aB	-9,35aB	-8,69aB	-8,48aB	-6,61aA	-5,83aA	-6,20aA
Temperatura 0°C	-11,37aC	-11,95aC	-10,73aBC	-0,35aBC	-9,69aB	-8,64aAB	-8,00aA
Temperatura 2°C	-11,25aC	-0,55aBC	-10,95aBC	-10,98aBC	-9,54aAB	-9,42aA	-8,92aA
Parámetro b*							
Maduración 1	26,90aA	28,06aA	29,10aA	27,50aA	27,52aA	27,59aA	27,27aA
Maduración 2	29,21aA	29,03aA	28,65aA	28,50aA	27,83aAB	25,66aB	26,94aAB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, para cada factor en estudio (Maduración o Temperatura) en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

A lo largo de la conservación, los resultados aparecen desfasados en el tiempo, siendo las diferencias significativas para el estado de Maduración 2 a partir del día 28 y para los frutos de Maduración 1 sólo en el último día de análisis.

El parámetro L* presenta interacción significativa entre los factores “Tiempo de Conservación” y “Maduración”. En los distintos días de análisis no hay diferencias significativas entre los dos grados exceptuando el primer día. En general, se puede decir que la luminosidad no es un parámetro indicativo de diferencias entre los dos estados de maduración a lo largo de la conservación en cámara, exceptuando el mismo día de la cosecha.

III.2.1.3. Parámetros reológicos

Los parámetros reológicos de punción de la piel de los frutos conservados a 0°C presentan un comportamiento irregular comparado con los resultados obtenidos a 2°C y más acentuado en los frutos de Maduración 2, como se puede observar en las Figuras 3.3 y 3.4.

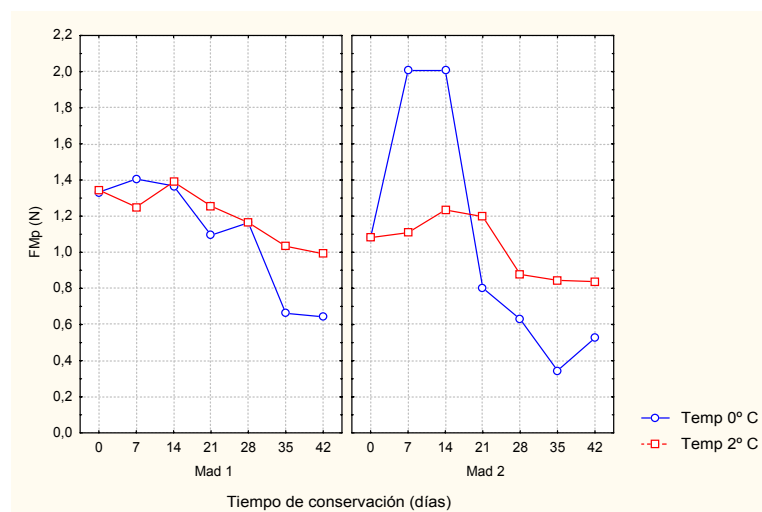


Figura 3.3: Evolución de la resistencia de punción (FMp) de la piel durante la conservación

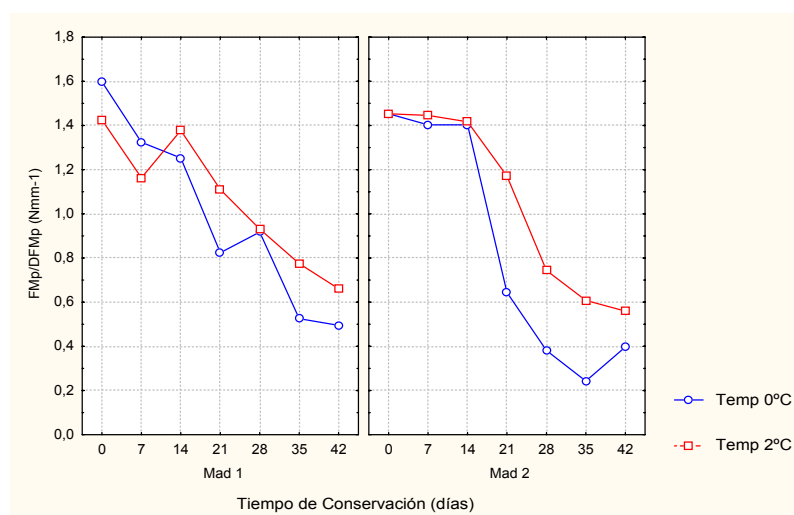


Figura 3.4: Evolución de la pendiente de la curva de punción (FMp/DFMp) de la piel durante la conservación

Las variables en estudio no son significativas con excepción de la resistencia (FMp) para el factor “Temperatura” y de la deformación (DFMp) para el factor “Maduración” (Anexo II – Tabla 3). Los resultados obtenidos en la comparación de medias de Tukey de las interacciones significativas se presentan en las Tablas 3.6 y 3.7.

Tabla 3.6 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Temperatura” x “Maduración” de la resistencia de la piel

Resistencia (N)		
Temperatura	0°C	2°C
Maduración 1	1,10aA	1,20aA
Maduración 2	1,06aA	1,03bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, para el factor en estudio (Maduración) a la misma temperatura (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$).

Para la resistencia de la piel la interacción entre “Temperatura” y “Maduración” (Tabla 3.5) sólo es significativamente diferente para los 2°C, entre los grados de Maduración 1 y 2, con valores de 1,20 y 1,03 N respectivamente (Tabla 3.6).

Tabla 3.7 – Valores medios de la comparación múltiple para las interacciones “Tiempo de Conservación” x “Maduración” y “Tiempo de Conservación” x “Temperatura” de la resistencia de la piel

Resistencia (N)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Maduración 1	1,34aA	1,33aA	1,38aA	1,18aA	1,16aA	0,85aB	0,82aB
Maduración 2	1,08aB	1,56aA	1,56aA	1,00aB	0,75bBC	0,59aC	0,68aC
Temperatura 0° C	1,21aB	1,71aA	1,69aA	0,95aC	0,90aC	0,50bD	0,58bD
Temperatura 2° C	1,21AB	1,18bAB	1,31bA	1,23aAB	1,02aAB	0,94aB	0,91aB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, para cada factor en estudio (Maduración o Temperatura) en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

En la interacción “Tiempo de Conservación” x “Maduración” sólo el día 28 presenta diferencias entre los dos grados, con 0,16 y 0,75 N respectivamente. Cuando analizamos el efecto del factor “Temperatura” se puede observar una irregularidad de los valores hasta los 14 días, y a partir de aquí hay un descenso siendo más evidente y significativo para los frutos de Maduración 2. Lo mismo ocurre cuando analizamos la interacción “Tiempo de Conservación” x “Temperatura” (Tabla 3.7); los frutos almacenados a 0°C presentan un comportamiento mucho más irregular que los de 2°C. Cid *et al.* (1996) y Crisosto *et al.* (2006b) aconsejan los 0°C como temperatura de almacenamiento, aunque se observen cambios debido a que los cultivares no sean los mismos. Plich *et al.* (1998) sugieren los -0,5°C pero presentan diferentes tiempos de almacenamiento de acuerdo con los cultivares

estudiadas. Dundar *et al.* (1997), en ciruelas japonesas refieren la posibilidad de almacenar durante 4 a 8 semanas a 1°C.

La pendiente de la curva es la razón entre la Fuerza máxima y la Deformación a la fuerza máxima, y es la que traduce de forma más evidente las pérdidas de firmeza de la piel, ya que en todos los casos en estudio presenta una tendencia de disminución más o menos acentuada. Dicho parámetro fue utilizado por Serrano *et al.* (2003) para evaluar la firmeza de ciruelas, observando también un descenso del mismo. Para la pendiente de la curva de la piel todos los factores en estudio se muestran altamente significativos con valores elevados de F, respectivamente, 282,06; 17,29 y 60,26 para “Tiempo de Conservación”, “Maduración” y “Temperatura” (Anexo II – Tabla 3), así como sus interacciones.

En la Tabla 3.8 puede verificarse que para el mismo grado de maduración hay diferencias significativas entre los resultados obtenidos a las dos temperaturas de almacenamiento. El efecto del grado de maduración sólo se observa para los frutos conservados a 0°C.

Tabla 3.8 – Valores medios de la comparación múltiple de la interacción “Temperatura” x “Maduración” la pendiente de la curva de punción de la piel

Pendiente (Nmm ⁻¹)		
Temperatura	0°C	2°C
Maduración 1	0,97aB	1,04aA
Maduración 2	0,83bB	1,04aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, para el factor en estudio (Maduración) a la misma temperatura (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$).

A lo largo de la conservación, los valores medios de las interacciones “Tiempo de Conservación” x “Maduración” y “Tiempo de Conservación” x “Temperatura” para la pendiente disminuyen de una forma general (Tabla 3.9). A la vista de los resultados, entre los 14 y 21 días se producen cambios en este parámetro y en estas condiciones de análisis.

Tabla 3.9 – Valores medios de la comparación múltiple para las interacciones “Tiempo de Conservación” x “Maduración” y “Tiempo de Conservación” x “Temperatura” para la pendiente de la curva de la piel

Pendiente (Nmm ⁻¹)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Maduración 1	1,48aA	1,22bB	1,29aB	0,95aC	0,91aC	0,64aD	0,57aD
Maduración 2	1,42aA	1,40aA	1,38aA	0,89aA	0,55bC	0,42bC	0,47aC
Temperatura 0° C	1,50aA	1,34aB	1,30aB	0,72bC	0,64bC	0,38bD	0,44bD
Temperatura 2° C	1,41aA	1,28aA	1,37aA	1,12aB	0,82aC	0,68aCD	0,60aD

NOTA: Letras minúsculas diferentes, para cada factor en estudio (Maduración o Temperatura) en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Se confirma la importancia entre los 14 y 21 días cuando evaluamos el comportamiento de los frutos a lo largo de la conservación y sometidos a diferentes temperaturas especialmente para los 0°C, ya que entre los 14 y los 21 días hay un descenso de cerca de 50% en el valor de la pendiente de la curva (de 1,30 Nmm⁻¹ a 0,72 Nmm⁻¹).

En las Figuras 3.5 y 3.6 se presenta los datos de penetración de la pulpa de los dos grupos de frutos, Maduración 1 y Maduración 2, a lo largo de la conservación.

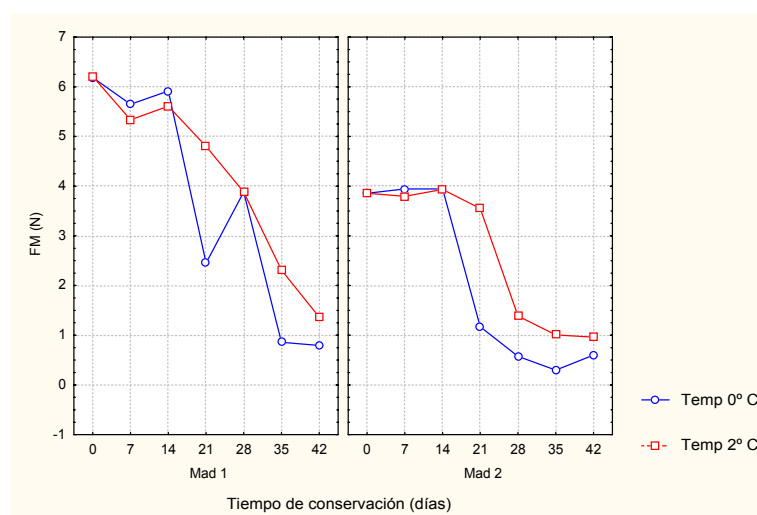


Figura 3.5: Evolución de la firmeza (FM) de la pulpa durante la conservación.

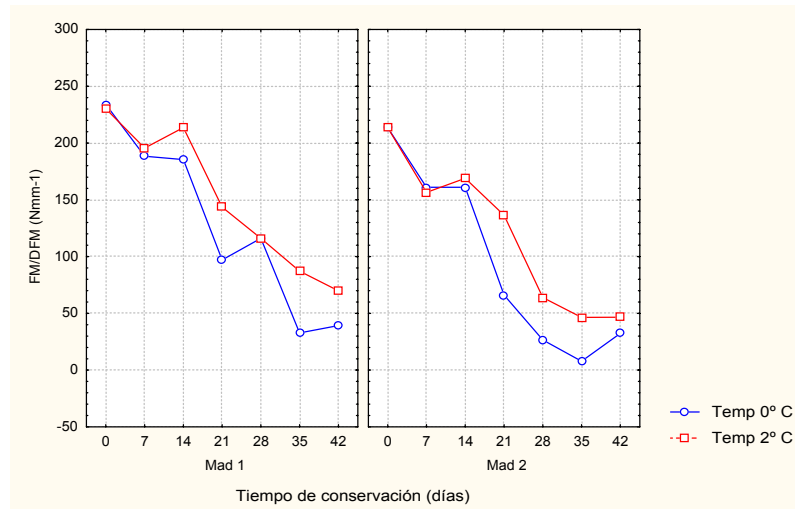


Figura 3.6: Evolución de la pendiente de la curva de penetración (FM/DFM) de la pulpa durante la conservación

El comportamiento de los frutos de los dos grados de maduración es similar para las dos temperaturas, siendo más irregular para los frutos conservados a 0°C. Se observa un descenso más o menos regular de los valores de la fuerza máxima y ligero de los valores de la pendiente. El descenso de los valores de fuerza máxima en la pulpa refleja la pérdida de firmeza de los frutos, como se describe en la bibliografía revisada (Bourne (1980); Barreiro y Ruiz-Altisent (1996); Heyes y Sealey (1996); Robin *et al.* (1997); Mencarelli *et al.* (1994); Serrano *et al.* (2003); Martinez-Romero *et al.* (2003); Gómez *et al.* (2004)).

El análisis de varianza (Anexo II – Tabla 3) muestra diferencias significativas para todos los factores en estudio y para todos los parámetros evaluados, con valores elevados de F para la firmeza de la pulpa (FMP), respectivamente 377,27 y 258,50 y para la pendiente (FM/DFMP) de 105,40 y 296,39 para los factores “Maduración” y “Tiempo de Conservación”. La comparación múltiple de las medias se muestra en las Tablas 3.10 y 3.11.

Tabla 3.10 - Valores medios de la comparación múltiple para las interacciones “Tiempo de Conservación” x “Maduración” y “Tiempo de Conservación” x “Temperatura” de la firmeza de la pulpa

Firmeza (N)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Maduración 1	6,20aA	5,49aA	3,76aA	3,63aB	3,88aB	1,58aC	1,08aC
Maduración 2	3,86bA	3,87bA	3,94bA	2,36bB	0,98bC	0,65bC	0,78aC
Temperatura 0° C	5,02aA	4,80aA	4,93aA	1,81bB	2,23aB	0,58bC	0,70aC
Temperatura 2° C	5,03aA	4,57aAB	4,77aAB	4,18aB	2,64aC	1,66aCD	1,16aD

NOTA: Letras minúsculas diferentes, para cada factor en estudio (Maduración o Temperatura) en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Además, y una vez más, se puede verificar el cambio de comportamiento de los frutos después de 14 días. Los frutos conservados a 0°C, muestran un descenso muy elevado en las medias en el periodo de tiempo comprendido entre el día 14 (4,93 N) y el 21 (1,81 N). También en los frutos conservados a 2°C se aprecia una disminución de los valores, pero de una forma más paulatina y un poco más tarde, entre el día 21 y 28 de almacenamiento (de 4,18N a 2,64N). Es de destacar que los valores de firmeza de los frutos conservados a 2°C se mantienen después de los 21 días de conservación siempre bastante superiores a los de 0°C.

Tabla 3.11 - Valores medios de la comparación múltiple para las interacciones “Tiempo de Conservación” x “Maduración” y “Tiempo de Conservación” x “Temperatura” de la pendiente de la pulpa

Pendiente (Nmm ⁻¹)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Maduración 1	2,28aA	1,88aB	1,96aB	1,18aC	1,14aC	0,59aD	0,53aD
Maduración 2	2,09aA	1,56bB	1,62bB	0,99aC	0,44bD	0,27bD	0,39aD
Temperatura 0° C	2,19aA	1,17aB	1,70aB	0,80bC	0,70aC	0,20bD	0,35aD
Temperatura 2° C	2,18aA	1,73aB	1,88aB	1,37aC	0,88aD	0,65aDE	0,57aE

NOTA: Letras minúsculas diferentes, para cada factor en estudio (Maduración o Temperatura) en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Como comentario general sobre la evolución de las características reológicas de los frutos referir que la temperatura de 2°C permite mantener una textura aceptable durante mayor tiempo, retardando el ablandamiento de los tejidos, lo que supone una notable ventaja desde un punto de vista económico y de posibilidad de mantenimiento de dicha temperatura. Otro

aspecto interesante es que la pendiente de la curva de punción y penetración puede ser utilizada como un parámetro fiable de la evaluación de la textura de los frutos.

III.2.1.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y acidez titulable

Es evidente la diferencia de valores encontrados entre los dos grupos de frutos con distintos grados de madurez (Figura 3.7). Los frutos con grado de Maduración 2 (aprox. 19° Brix) y conservados a 0°C presentan una visible subida gradual hasta el día 35 (25,6° Brix), en que se produce un descenso que puede relacionarse con el inicio de los procesos de senescencia en dichos frutos, con la degradación de los azúcares por procesos fermentativos. Los frutos de Maduración 1 no presentan grandes modificaciones durante el almacenamiento a 0° y 2°C. Además se verifica que los frutos de Maduración 1, cosechados más verdes, no alcanzan nunca los valores de SST de los frutos de Maduración 2, cosechados más maduros, en ninguna de las dos temperaturas. Según lo expuesto en el apartado 1.3 de este trabajo, los frutos después de la cosecha, siguen respirando y transpirando dependiendo exclusivamente de sus reservas, por lo que el dulzor es dependiente de los cambios en los hidratos de carbono y en los ácidos orgánicos, hecho importante desde el punto de vista práctico.

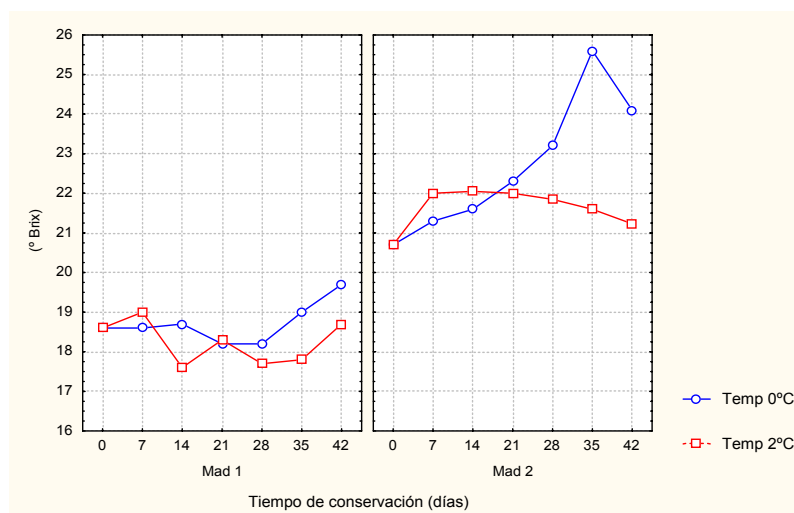


Figura 3.7: Valores medios de los sólidos solubles totales durante la conservación

La razón entre los sólidos solubles totales y la acidez titulable (Figura 3.8) tiene también gran importancia práctica, porque refleja la percepción de la calidad organoléptica por los consumidores, de acuerdo con distintos autores (Kader 1999; Crisosto y Kader, 2000; Zuzunaga *et al.*, 2004).

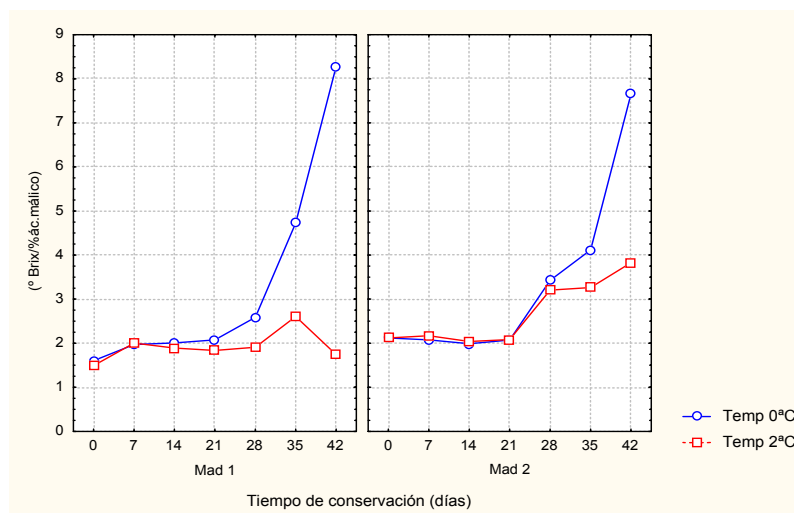


Figura 3.8: Evolución del índice sólidos solubles totales/acidez titulable a lo largo de la conservación.

Independientemente del grado de maduración, los frutos conservados a 0°C presentan una subida acentuada a partir de los 21 días de almacenamiento. Los frutos conservados a 2°C tienen comportamientos distintos a partir de los 28 y 21 días de conservación respectivamente para Maduración 1 y Maduración 2. González *et al.* (2002) en estudios realizados con nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.), encontraron que después de 2 meses de conservación a 2°C dicha relación se duplicaba, lo que atribuyen especialmente a la disminución de la acidez.

III.2.2. Evolución de los frutos en la campaña 2

Durante la segunda campaña se llevó a cabo el estudio de la evolución de la calidad de ciruela ‘Reina Claudia verde’, con dos grados de maduración diferentes (18 y 20° Brix), conservadas en refrigeración a 0 y 2°C, con 95% HR. Semanalmente, y hasta los 35 días de almacenamiento, se analizaron muestras de 10 frutos de cada modalidad.

Se utilizó un diseño experimental con tres factores: “Tiempo de Conservación” (días de almacenamiento), “Temperatura” (temperatura de almacenamiento) y “Maduración” (grado de maduración).

III.2.2.1. Pérdida de peso

Tras la recolección, la transpiración continúa, y puede deshidratar pronto los tejidos. Sin embargo, dicho marchitamiento puede no evidenciarse en todos los tejidos de igual forma, ya que depende del nivel de hidratación inicial y de la elasticidad de las paredes de las células que forman el tejido (Wills *et al.*, 1999).

Las ciruelas del grupo Maduración 1 presentan una evolución muy rápida de la pérdida de peso en los primeros 15 días de almacenamiento a 0°C y 2°C (Figura 3.9). Según Stephen (1993), una disminución acentuada de peso puede ser derivada de la evaporación de agua en la superficie del fruto.

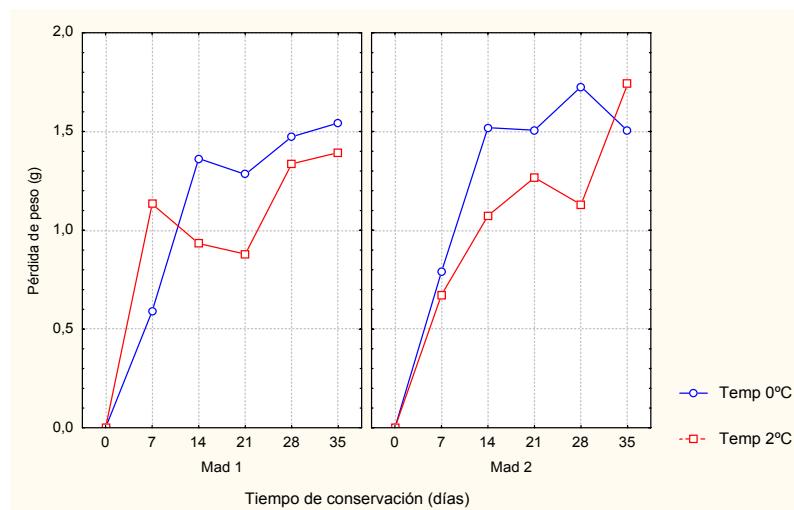


Figura 3.9: Evolución de las pérdidas de peso a lo largo del almacenamiento

Las ciruelas del grupo Maduración 2 conservadas a 2°C presentan la misma tendencia pero con valores más bajos de pérdida de peso en cada día de observación hasta los 28 días, resultados similares a los obtenidos en la campaña anterior.

Comparando la evolución entre los dos grupos de frutos con distinto grado de maduración observamos una mayor pérdida de peso, hasta los 28 días de conservación, en las ciruelas de Maduración 1. Este mismo resultado ha sido encontrado en diversos trabajos de investigación. Kluge *et al.* (1996), al conservar ciruelas ‘Reubennel’ en dos estados de maduración, a la temperatura de 0°C durante 42 días, verificaron una mayor pérdida de peso en los frutos en el

estado más inmaduro respecto a los frutos más maduros. Peirs *et al.* (1998) compararon la evolución de la calidad durante el almacenamiento de diferentes cultivares de ciruela y obtuvieron resultados irregulares en la pérdida de peso para los frutos cosechados antes de la fecha de maduración comercial. La pérdida de peso fue mayor en ciruelas cv. Amarelinha más verdes y conservadas a 0°C cuando se comparaban con ciruelas más maduras conservadas a la misma temperatura (Malgarim *et al.*, 2005).

Para Kader (2002a) una pérdida del 5% en frutos de hueso es considerada muy elevada, pudiendo llevar al arrugamiento y pérdida de volumen de los frutos lo que puede impedir o malograr su comercialización.

Se realizó un análisis de varianza de tres vías (“Maduración”, “Temperatura” y “Tiempo de Conservación”) (Anexo II - Tabla 4). El factor “Temperatura” fue el único que se mostró no significativo. Los otros dos factores en estudio, “Maduración” y “Tiempo de Conservación”, poseen valores de *p* significativos, presentando este último un valor de *F* más elevado, lo que lo hace más importante en las diferencias que se evalúan en la evolución. Existe una interacción altamente significativa ($p < 0,01$) entre los factores “Tiempo de Conservación” x “Maduración” (Tabla 3.12). Entre los dos grados de maduración sólo hay diferencias significativas en el día 14 de conservación.

Tabla 3.12 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Maduración” de la pérdida de peso

Pérdida de peso (g)						
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35
Maduración 1	0aC	0,21aB	0,43aA	0,42aA	0,48aA	0,46aA
Maduración 2	0aC	0,27aB	0,30bB	0,32aB	0,37aAB	0,49aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes en (columna) representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

III.2.2.2. Color

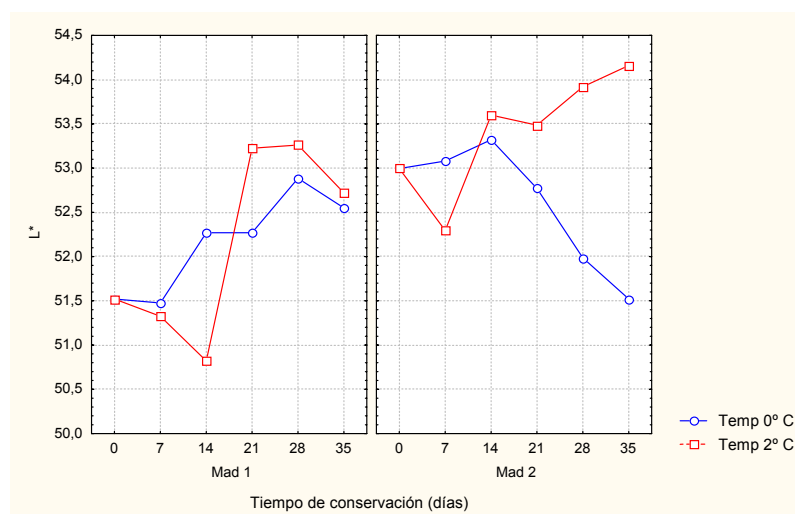


Figura 3.10: Evolución del parámetro L* a lo largo del almacenamiento

El color está altamente influenciado por el estado de maduración en la cosecha como se puede ver por los valores de F más elevados y los valores de p altamente significativos ($p < 0,001$) obtenidos en el análisis de varianza (Anexo II - Tabla 4) para los tres parámetros en estudio (L^* , a^* y b^*). El factor “Tiempo de Conservación” también fue altamente significativo ($p < 0,001$) para los parámetros a^* y b^* . El parámetro L^* es afectado significativamente ($p < 0,05$) por los tres factores, “Maduración”, “Tiempo de Conservación” y “Temperatura”, aunque de forma poco esclarecedora del comportamiento de los frutos. El conocimiento práctico refleja que el tiempo de almacenamiento provoca cambios visibles en el color de los frutos que a veces se utilizan para evaluar el estado de maduración y su vida útil.

El parámetro de color más representativo del color de fondo de la cultivar ‘Reina Claudia INFEL®’ es la coordenada cromática a^* (Audubert y Chambonniere, 1996). Agulheiro Santos y Pacheco-Ribeiro (1998) también consideran el parámetro a^* como el más interesante para distinguir distintos estados de maduración en ciruela ‘Reina Claudia verde’. En melocotones, distintos autores (Delwiche y Baumgardner, 1983; Ferrer *et al.*, 2005) refieren este parámetro como un buen indicador del grado de maduración.

Para el parámetro a^* (Figura 3.11) se observa una notoria diferencia entre los dos estados de maduración, tanto en el día de cosecha (Maduración 1: $-13,5$ y Maduración 2: $-10,0$) como a lo largo de la conservación, con una evolución prácticamente idéntica para las dos temperaturas. La subida del parámetro a^* corresponde a una disminución de los tonos verdes debido a una degradación de la clorofila y a un aumento de los pigmentos rojos. Argenta *et al.* (2003), citando a Lelièvre *et al.* (1997), mencionan la dependencia del desarrollo de pigmentos en relación con los niveles de etileno característico de los distintos estados de madurez en cada especie.

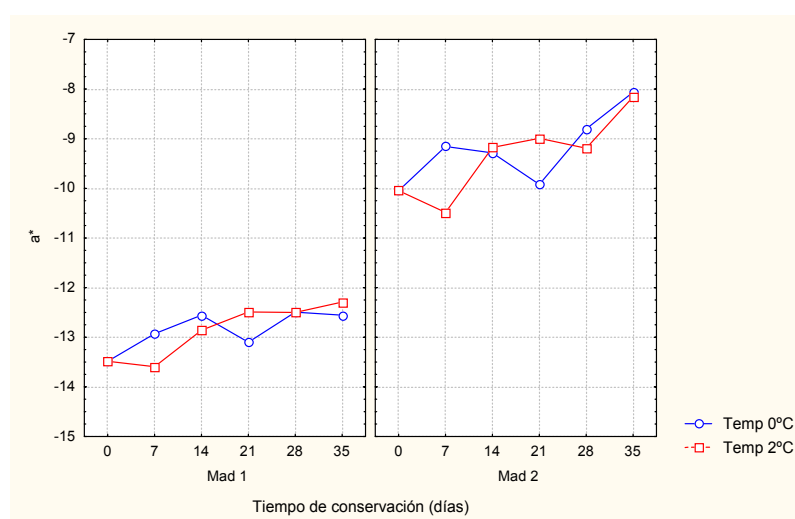


Figura 3.11: Evolución del parámetro a^* a lo largo del almacenamiento

El análisis de varianza (Anexo II Tabla 4) confirma el elevado efecto del factor grado de “Maduración”, con $p < 0,01$ y $F = 400,98$, y menor del factor “Tiempo de Conservación” ($p < 0,01$ y $F = 6,11$) y revela que las interacciones no son significativas.

III.2.2.3. Parámetros reológicos

La evolución de la resistencia de la piel en el estado de maduración 1 (Mad 1) es distinta para los frutos refrigerados a 0 y 2°C. A 0°C se observa una ligera subida hasta los 14 días de almacenamiento, también encontrada por otros autores (Kader, 2002 b), seguida de una tendencia de descenso pero poco pronunciada; el valor inicial de la fuerza es de aproximadamente 12,31 N y el valor final es de 11,51 N. A 2°C dicha disminución es mucho más acentuada (de 12,31 N a 8,40 N), pero de una forma irregular (Figura 3.12).

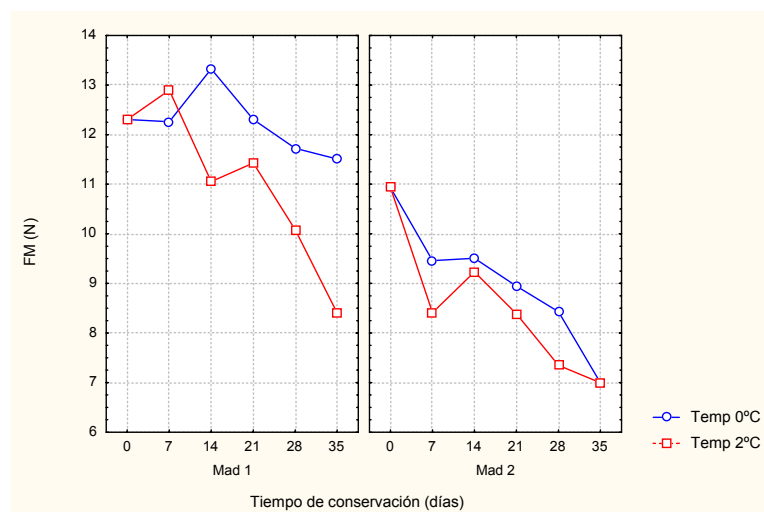


Figura 3.12: Evolución de la resistencia de la piel (FM) a lo largo del almacenamiento

En el estado de maduración 2 los frutos presentan un comportamiento prácticamente idéntico de disminución a 0°C y 2°C. Dicha tendencia de pérdida de firmeza en la piel puede ser debida entre otros motivos a una pérdida de elasticidad de los tejidos, ya referida por Audubert y Chambonniere (1996) y Aguilheiro-Santos y Pacheco-Ribeiro (1998).

El análisis de varianza (Anexo II Tabla 4) evidencia para el parámetro resistencia un efecto muy elevado del factor “Maduración” y elevado de los otros dos. Las interacciones entre los tres factores en estudio son significativas ($p < 0,01$) (Tablas 3.13, 3.14 y 3.15). Las diferencias entre los grados de maduración son significativas para todos los días de conservación.

Tabla 3.13 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Temperatura” y “Maduración” de la resistencia de la piel

Resistencia (N)		
Temperatura	0°C	2°C
Maduración 1	12,24aA	11,03aB
Maduración 2	9,05bA	8,55bB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, para la misma temperatura (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Tabla 3.14 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Maduración” de la resistencia de la piel

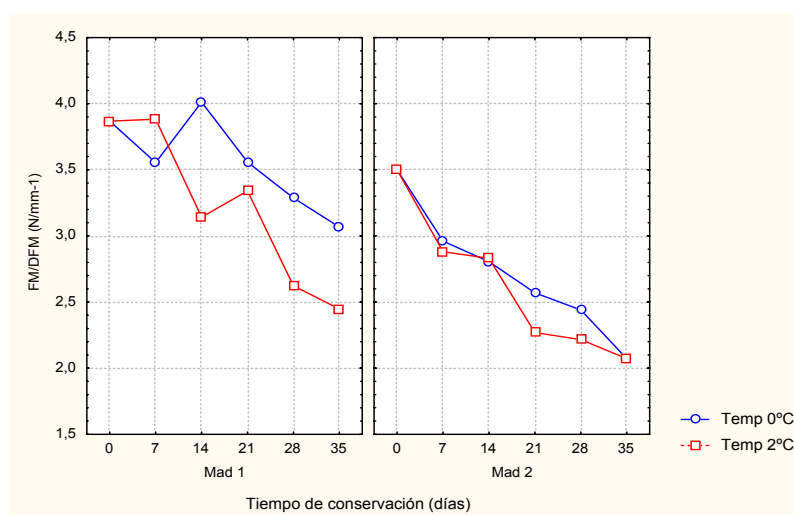
Tiempo (días)	Resistencia (N)					
	0	7	14	21	28	35
Maduración 1	12,31aA	12,58aA	12,19aA	11,87aAB	10,90aB	9,96aB
Maduración 2	10,93bA	8,93bBC	9,37bB	8,67bBC	7,89bCD	7,00bD

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Tabla 3.15 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Temperatura” de la resistencia de la piel

Tiempo (días)	Resistencia (N)					
	0	7	14	21	28	35
Temperatura 0°C	11,62aA	10,60aAB	11,42aA	10,62aAB	10,08aBC	9,25aC
2°C	11,62aA	10,65aA	10,14bB	9,91aAB	8,72bB	7,70bB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

**Figura 3.13: Evolución de la pendiente de la piel a lo largo del almacenamiento**

Todos los factores en estudio presentaron valores de p altamente significativos ($p < 0,001$) así como sus interacciones. Se puede confirmar que las temperaturas de conservación no causan cambios significativos en los frutos con grado de Maduración 2 (Figura 3.13) y los valores medios no presentan diferencias entre sí (Tabla 3.16). Contrariamente, el grado de maduración es responsable de las diferencias encontradas en las medias de los frutos conservados a distintas temperaturas (Tabla 3.17) y a lo largo de la conservación (Tabla 3.18).

Tabla 3.16 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Temperatura” x “Maduración” de la pendiente de la curva de la piel

	Pendiente (Nmm ⁻¹)	
	0°C	2°C
Maduración 1	3,56aA	3,22aB
Maduración 2	2,72bA	2,62bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, para la misma temperatura (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

El efecto del estado de maduración en ciruelas cv. Amarelinha fue evaluado por Malgarim *et al.* (2005), encontrando que los frutos cosechados antes, menos maduros, pueden ser almacenados durante 30 días a 0°C y con una HR de 90/95 %, manteniendo su calidad. También trabajos efectuados en melocotones por Rombaldi *et al.* (2001) confirman que frutos cosechados más tempranamente, con una maduración menos avanzada, presentan mayores valores de firmeza aunque también presentaron mayores valores de harinosidad de la pulpa.

Tabla 3.17 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Maduración” de la pendiente de la curva de la piel

Tiempo (días)	Pendiente (Nmm ⁻¹)					
	0	7	14	21	28	35
Maduración 1	3,87aA	3,72aAB	3,58aAB	3,45aB	2,95aC	2,76aC
Maduración 2	3,50bA	2,92bB	2,81bB	2,42bC	2,33bCD	2,07bD

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Tabla 3.18 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Temperatura” de la pendiente de la curva de la piel

Pendiente (Nmm ⁻¹)						
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35
Temperatura 0°C	3,68aA	3,26aB	3,41aAB	3,06aB	2,36aC	2,57aC
Temperatura 2°C	3,68aA	3,38aA	2,99bB	2,81aB	2,42bC	2,26aC

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

La Figura 3.14 muestra la disminución de los valores de firmeza de la pulpa a lo largo del tiempo y se observa la diferencia de comportamiento de los frutos conservados a distintas temperaturas. Los frutos con Maduración 1 presentan mayores oscilaciones cuando se conservan a 0°C. Los frutos de Maduración 2 exhiben un comportamiento semejante a las dos temperaturas, presentando el mismo valor al final (2,58 N).

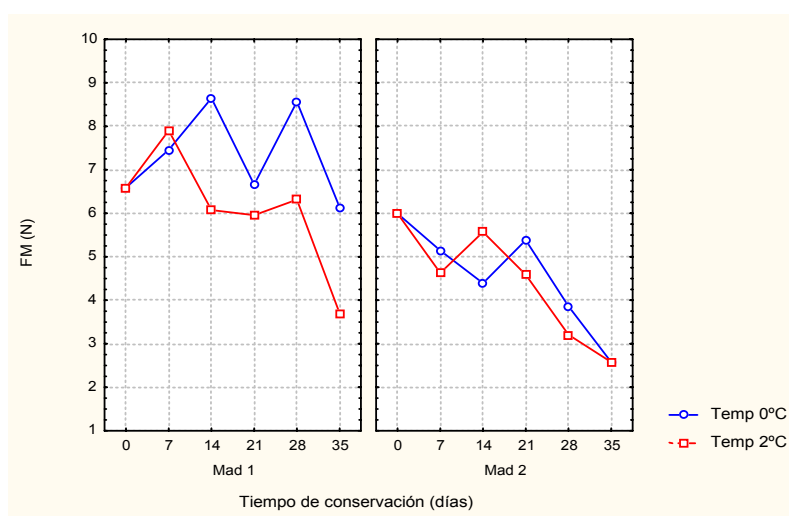


Figura 3.14: Evolución de la firmeza de la pulpa a lo largo del almacenamiento

Los factores en estudio para la firmeza de la pulpa presentaron valores de p altamente significativos, con valores de $F = 432,72$; $41,99$ y $54,97$ respectivamente para “Maduración”, “Temperatura” y “Tiempo de Conservación” (Anexo II - Tabla 4), siendo evidente la importancia del factor “Maduración”, así como las interacciones entre ellos (Tablas 3.19, 3.20 y 3.21). Las interacciones entre “Temperatura” x “Maduración” (Tabla 3.19) y también

“Tiempo de Conservación” x “Maduración” (Tabla 3.20) evidencian las diferencias entre los grados de maduración.

Tabla 3.19 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Temperatura” x “Maduración” de la firmeza de la pulpa

Firmeza (N)		
Temperatura	0°C	2°C
Maduración 1	7,34aA	6,09aB
Maduración 2	4,56bA	4,43bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, para la misma temperatura (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Tabla 3.20 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Maduración” de la firmeza de la pulpa

Firmeza (N)						
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35
Maduración 1	6,59aB	2,68aA	7,36aAB	6,31aB	7,44aAB	4,92aC
Maduración 2	5,99aA	4,89bB	4,91bB	4,98bB	3,54bC	2,58bD

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Tabla 3.21 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Temperatura” de la firmeza de la pulpa

Firmeza (N)						
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35
Temperatura 0°C	6,29aA	6,30aA	6,52aA	6,02aA	6,21aA	4,36aB
Temperatura 2°C	6,29aA	6,26aA	5,82aAB	5,27aB	4,76bB	3,14bC

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

El parámetro pendiente de la curva de penetración de la pulpa (Figura 3.15) presenta valores de p altamente significativos para todos los factores en estudio (Anexo II – Tabla 4). Los dos grupos de ciruelas con diferente grado de maduración muestran también un descenso

de los valores a lo largo del almacenamiento. Se mantiene una mayor irregularidad de comportamiento en el estado de Maduración 1.

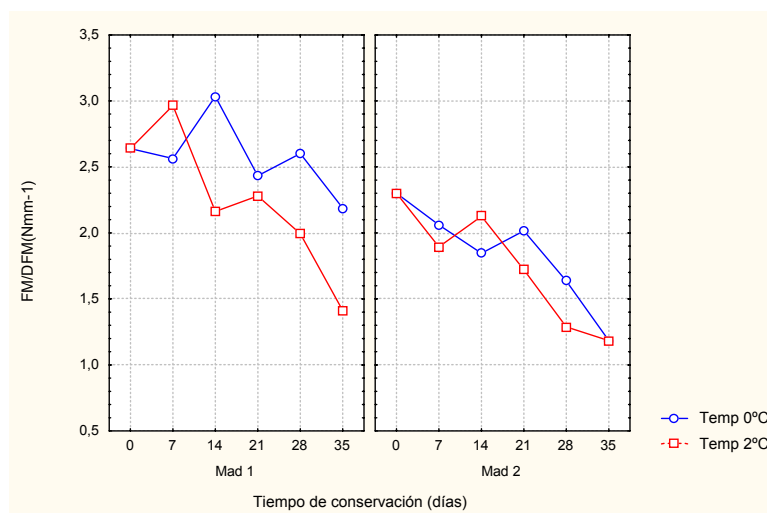


Figura 3.15: Evolución de la pendiente de la curva de penetración de pulpa

Tabla 3.22 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Temperatura” x “Maduración” de la pendiente de la curva de penetración de la pulpa

Pendiente (Nmm ⁻¹)		
Temperatura	0° C	2° C
Maduración 1	2,58aA	2,24aB
Maduración 2	1,84bA	1,75bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, para la misma temperatura (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Cuando se comparan las medias de las interacciones significativas entre los factores “Temperatura” y “Maduración” se observa que los frutos con distintos grados de maduración presentan diferencias significativas a las dos temperaturas de conservación (Tabla 3.22) y durante el transcurso de la conservación (Tabla 3.23). Estos resultados están de acuerdo con Plocharski y Konopacka (1998) que concluyeron que la calidad de los frutos cosechados en plena madurez decrece rápidamente, al contrario de lo que sucede con los frutos cosechados más tempranamente. Esta rápida pérdida de firmeza de los frutos cosechados demasiado

pronto ha sido referida también por distintos autores (Kluge *et al.*, 1997; Plich y Michalczuk, 1999; Peirs *et al.*, 2000; Rombaldi *et al.*, 2001; Crisosto *et al.*, 2004a; Malgarim *et al.*, 2005).

En la tabla 3.24 se muestra la comparación de medias de la interacción entre “Tiempo de Conservación” y “Temperatura”, no existiendo diferencias significativas para la mayoría de los días de almacenamiento.

Tabla 3.23 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Maduración” de la pendiente de la curva de la pulpa

Pendiente (Nmm ⁻¹)						
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35
Maduración 1	2,64aA	2,76aA	2,60aAB	2,36aB	2,30aB	1,80aC
Maduración 2	2,30bA	1,98bB	1,99bB	1,87bB	1,46bC	1,18bC

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Tabla 3.24 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Temperatura” de la pendiente de la curva de la pulpa

Pendiente (Nmm ⁻¹)						
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35
Temperatura 0°C	2,47aA	2,32aAB	2,44aA	2,22aAB	2,12aB	1,69aC
Temperatura 2°C	2,47aA	2,43aA	2,14bB	2,00aB	1,64bC	1,30bD

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

A la vista de la evaluación de los resultados obtenidos en los parámetros reológicos, se puede concluir que la evolución de la firmeza de la piel y de la pulpa muestra un comportamiento coincidente a lo largo del almacenamiento. Los frutos del grado de maduración 1 presentan una mayor variación de los valores respecto a los de maduración 2. Los frutos con distinto estado de maduración presentan diferente comportamiento a lo largo del almacenamiento, dependiendo de la temperatura a que se almacenan, siendo más evidente en el último periodo de conservación. Considerando que ambos análisis (penetración de la

piel y de la pulpa) valoran los mismos cambios de los frutos, y que los efectuados en la pulpa presentan valores de coeficiente de variación superior (Anexo I – Tabla 9), sería preferible la utilización del análisis de la piel para seguir la evolución de los frutos a lo largo del tiempo de conservación.

III.2.2.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable

La Figura 3.16 evidencia una estabilidad en los valores de los sólidos solubles totales (SST) durante el almacenamiento, con excepción de los frutos de grado de Maduración 2 almacenados a 0°C que presentan una subida. En el análisis de varianza los tres factores resultan ser significativos, siendo los factores “Maduración” y “Tiempo de Conservación” altamente significativos, presentando el factor “Maduración” un valor de $F=598,6$. Crisosto *et al.* (2004b) refieren que para maximizar el flavor (aroma y sabor) y el tiempo de almacenamiento, las ciruelas de la cultivar ‘Blackamber’ deben ser cosechadas después de alcanzar como mínimo 10-12% de SST.

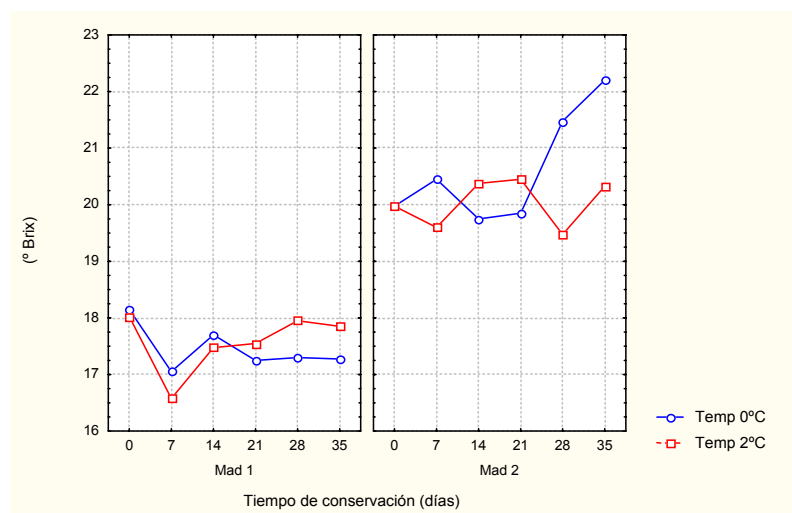


Figura 3.16: Evolución de los sólidos solubles totales (SST) durante el almacenamiento

Queda claro que los frutos cosechados en distintos estados de madurez mantienen un contenido en sólidos solubles totales muy distinto a lo largo del almacenamiento para las dos temperaturas (Tablas 3.25 y 3.26).

Tabla 3.25 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Temperatura” x “Maduración” de los SST

Sólidos solubles totales (° Brix)		
Temperatura	0° C	2° C
Maduración 1	17,45bA	17,57bA
Maduración 2	20,62aA	20,03aB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, para la misma temperatura (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Tabla 3.26 – Valores medios de los SST y comparación múltiple para los factores “Tiempo de Conservación” y “Maduración”

Sólidos solubles totales (° Brix)						
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35
Maduración 1	18,09bA	16,81bB	17,59bAB	17,40bAB	17,62bAB	17,56bAB
Maduración 2	19,97aB	20,02aB	20,06aB	20,15aB	20,47aAB	21,26aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Una conclusión práctica es que los frutos de Maduración 1 no alcanzan la misma calidad organoléptica que los de Maduración 2 en ninguna fecha, ya que los SST se mantienen bajos. Trabajos recientes, en distintos frutos, demuestran la importancia de los niveles elevados de SST y su relación con los ácidos titulables en la aceptación por el consumidor (Crisosto y Crisosto, 2001; Crisosto *et al.*, 2004a; Crisosto *et al.*, 2004b; Crisosto *et al.*, 2006a).

La Figura 3.17 refleja un descenso regular de los valores de la acidez para los frutos de Maduración 2 conservados a 0°C, comportamiento similar al documentado por Herrero y Guardia, 1991; Tucker, 1993 y Wills *et al.*, 1999. Los frutos de Maduración 1 para ambas temperaturas muestran una subida inesperada de los valores de acidez en los primeros 14 días de almacenamiento, seguido del descenso esperado. Dicha subida puede estar relacionada con las mayores pérdidas de peso, causadas por pérdidas de agua, aumentando la concentración de ácidos; Wills *et al.* (1999) refieren el aumento en extracto seco a medida que ciertas frutas maduran. En la conservación a 2°C hay una ligera subida inesperada de los valores a los 35 días de conservación para ambos grados de maduración, lo que puede ser justificado por el inicio de la senescencia en dichos frutos.

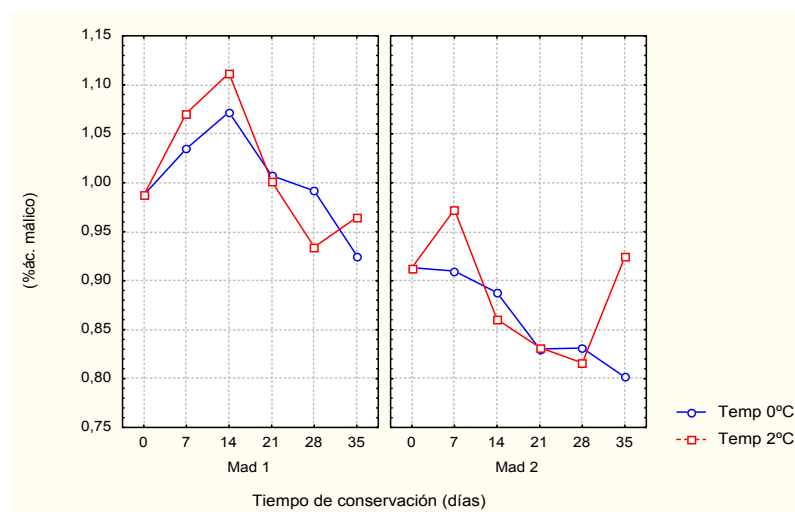


Figura 3.17: Evolución de la acidez a lo largo del almacenamiento

En el análisis de varianza los tres factores son altamente significativos, siendo el factor “Maduración” el que presenta un valor de F más elevado ($F=663,4$). Su interacción con el factor “Tiempo de Conservación” confirma, una vez más, las diferencias evidentes entre los dos grados de maduración en estudio (Tabla 3.27), pero no entre las dos temperaturas (Tabla 3.28)

Tabla 3.27 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Maduración” de la acidez

Tiempo (días)	Acidez (%ác. Málico)					
	0	7	14	21	28	35
Maduración 1	0,98aB	1,05aA	1,09aA	1,00aB	0,96aB	0,94aB
Maduración 2	0,91bAB	0,94bA	0,87bB	0,83bC	0,82bC	0,86bBC

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p<0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p<0,05$) entre días de análisis.

Tabla 3.28 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” y “Temperatura” de la acidez

Tiempo (días)	Acidez (% ác. Málico)					
	0	7	14	21	28	35
Temperatura 0°C	9,50aB	9,72bA	9,79aA	9,18aB	9,11aB	8,63bC
Temperatura 2°C	9,50aB	10,22aA	9,86aA	9,16aBC	8,75aC	9,44aB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p<0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p<0,05$) entre días de análisis.

La Figura 3.18 muestra la evolución de la razón entre los SST y la acidez, confirmando las diferencias entre los dos grupos de frutos con grado de maduración distinto. Suponiendo que la disminución en este índice sea consecuencia del inicio de la senescencia de los frutos, se observa que los frutos conservados a 2°C presentan una inflexión en la curva posterior en los frutos de Mad 1, a los 28 días, que en los frutos de Mad 2, a los 21 días de conservación.

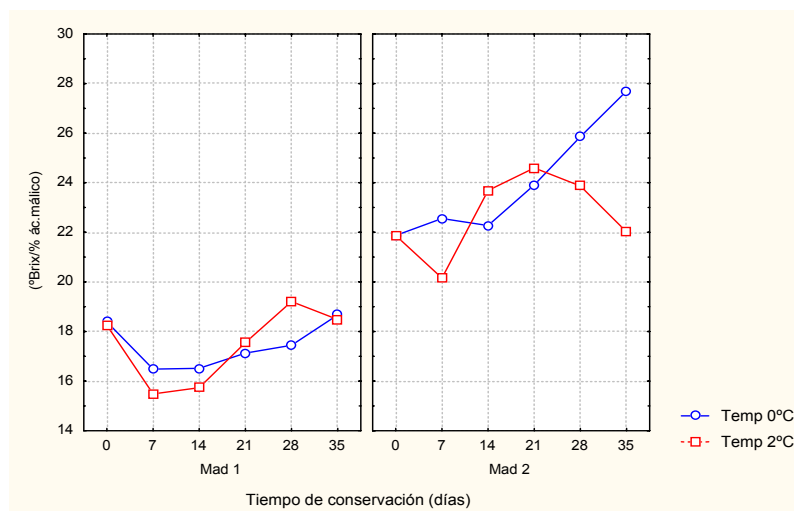


Figura 3.18: Evolución del índice SST/acidez a lo largo del almacenamiento

De acuerdo con los resultados obtenidos a lo largo del estudio del comportamiento de las ciruelas con distinto grado de maduración mantenidas en refrigeración se puede concluir que el tiempo de conservación máximo recomendable es de 35 días, ya que a los 42 los resultados obtenidos, respecto a su contenido en SST y acidez, presentan un comportamiento característico de frutos en senescencia. La influencia de la temperatura (0°C y 2°C) de almacenamiento en la evolución de los frutos no es notable. El factor grado de maduración no afecta a la pérdida de peso de los frutos, aunque la coordenada de color a^* y los parámetros reológicos permiten diferenciar siempre los dos grados de maduración, tanto en la cosecha como a lo largo del almacenamiento refrigerado, independientemente de la temperatura de conservación utilizada.

III.2.3. Evolución de los frutos provenientes de diferentes plantaciones

Según se ha referido en Material y Métodos (apartado II.1.2.2.1.) se llevó a cabo un ensayo de almacenamiento refrigerado de ciruelas ‘Reina Claudia verde’ proveniente de distintas plantaciones, con objeto de estudiar el comportamiento de las mismas. Se utilizó un diseño experimental de dos factores: “Plantación” y “Tiempo de conservación”.

III.2.3.1. Pérdida de peso

Todos los frutos provenientes de las cuatro plantaciones perdieron peso de forma creciente a lo largo de la conservación en frío, pero con magnitudes distintas (Figura 3.19). Los de la plantación 2 fueron los que perdieron menos peso, los de las plantaciones 1 y 4 alcanzan a los 30 días un valor idéntico, y los de la plantación 3 presentan siempre mayor pérdida. Se observa que los valores alcanzados a los 15 días en estos frutos son superiores a los alcanzados por todos los otros al final de los 30 días.

El análisis de varianza (Anexo II - Tabla 5) permite verificar que los factores en estudio, “Plantación” y “Tiempo de Conservación”, son altamente significativos ($p < 0,01$) así como su interacción. En la Tabla 3.29 se muestra la comparación de medias de dicha interacción.

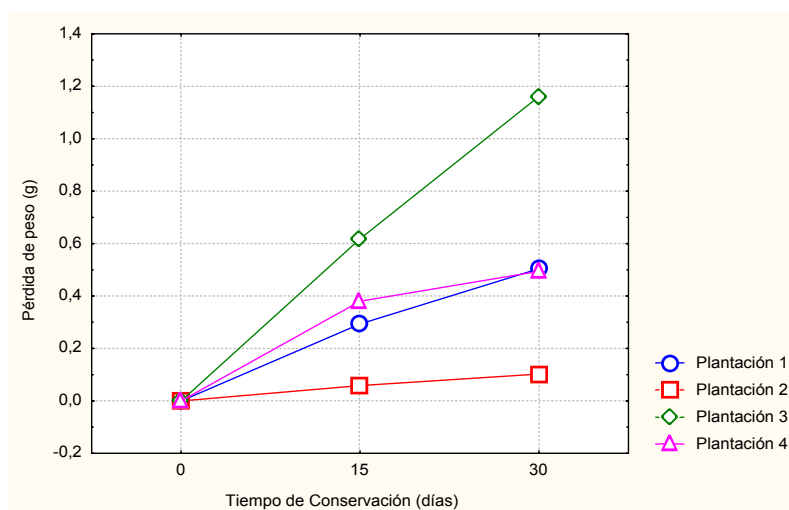


Figura 3.19: Evolución de la pérdida de peso de los frutos de diferentes plantaciones a lo largo de la conservación

En la Figura 3.19 puede observarse que los frutos de la plantación 2 son los que tienen un mejor comportamiento, ya que su pérdida de peso no supera el 0,3%, no presentando variaciones significativas durante la conservación. Por el contrario, los de la plantación 3 presentan una pérdida de 0,64g a los 15 días y de 1,16g después de 30, lo que representa una pérdida aproximada de 3,9% del peso medio (30g) de las ciruelas “Reina Claudia verde”.

Tabla 3.29 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Plantación” x “Tiempo de Conservación” de la pérdida de peso

Tiempo (días) Plantación	Pérdida de peso (g)		
	0	15	30
1	0,0aC	0,29bB	0,50bA
2	0,0aA	0,06cA	0,10cA
3	0,0aC	0,62aB	1,16aA
4	0,0aB	0,38bA	0,49bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

III.2.3.2. Color

Respecto a la coordenada cromática L^* , las ciruelas de las diferentes plantaciones presentan un comportamiento similar excepto las de la plantación 1 que evolucionan de forma diferente al resto un comportamiento distinto del resto (Figura 3.20). Los cambios no son muy grandes, en general. Las ciruelas de la plantación 2 presentan valores de L^* distintos de las demás en la cosecha y durante el almacenamiento. A través del análisis de varianza (Anexo II Tabla 5) se puede verificar que los factores “Plantación” y “Tiempo de Conservación” son significativos ($p < 0,05$) pero su interacción no. Los resultados del análisis de varianza son semejantes para las otras coordenadas a^* y b^* .

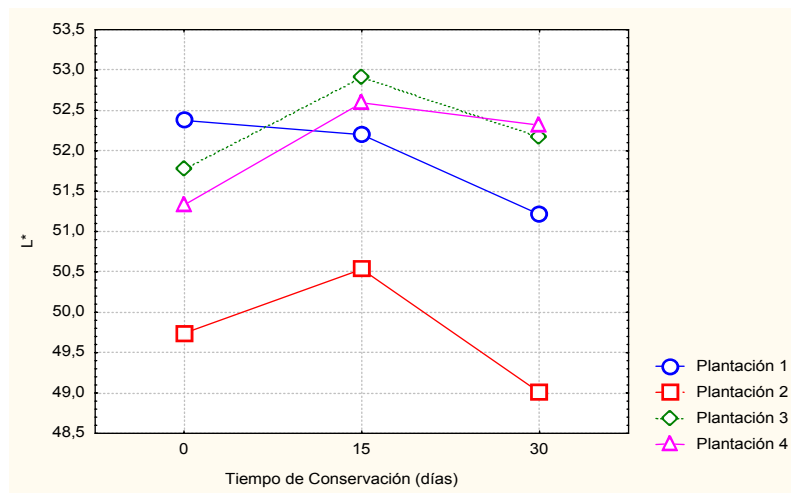


Figura 3.20: Evolución del parámetro L^* de color de los frutos de diferentes plantaciones a lo largo de la conservación

Para la coordenada cromática a^* los frutos presentan valores distintos entre las diferentes plantaciones (Figura 3.21). Los de la plantación 2 son los que presentan valores de a^* más elevados (-8,78 a -7,75) y los de la plantación 3 los más bajos (-12,40 a -12,14), lo que significa que estos últimos se mantienen más verdes. Como se puede ver en la Figura 3.21 los frutos de todas las plantaciones muestran un orden creciente en el valor de a^* , siendo los de la plantación 3 los que menos varían. Se puede concluir que la coordenada cromática a^* de color no evoluciona en el sentido de presentar los tonos rojizos característicos de frutos maduros, ya referenciados por Aguilheiro-Santos y Pacheco-Ribeiro (1998).

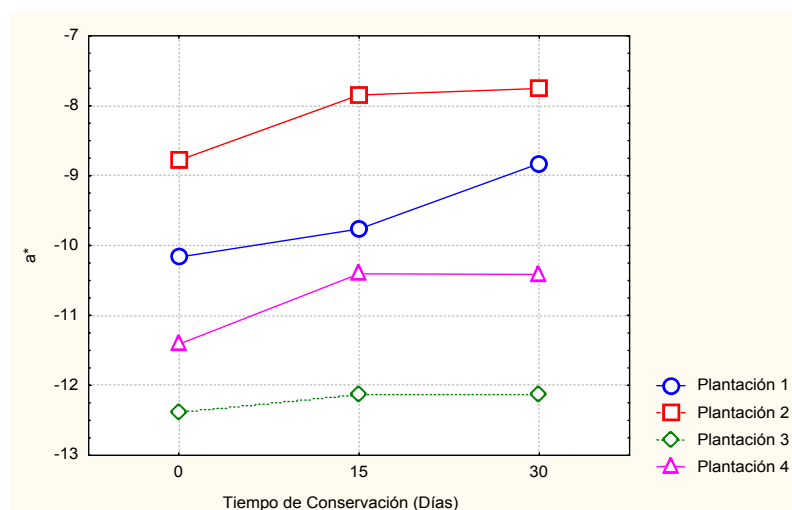


Figura 3.21: Evolución del parámetro a^* de color de los frutos de diferentes plantaciones a lo largo de la conservación

Para la coordenada b^* (Figura 3.22) se observa que los frutos de la plantación 2 destacan de los demás por la disminución de este parámetro durante el almacenamiento, cambiando desde 30,18 hasta 28,41; dicha disminución se explica por la tendencia de los frutos hacia los tonos amarillos debido a una madurez creciente de las ciruelas. Los frutos de las restantes plantaciones presentan una muy ligera subida a los 15 días, siendo los de la plantación 3 los de valores más próximos a los de la plantación 2 al final de los 30 días de conservación en frío.

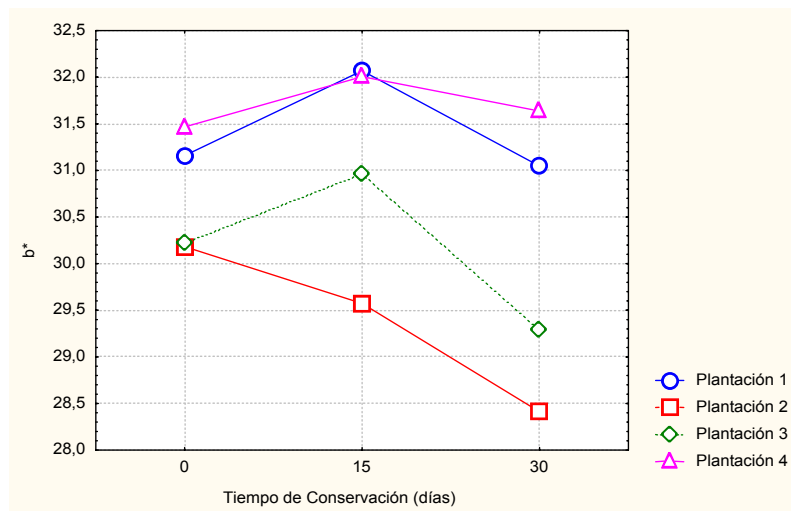


Figura 3.22: Evolución del parámetro b^* de color de los frutos de diferentes plantaciones a lo largo de la conservación

Se puede concluir que los frutos provenientes de la plantación 2 muestran siempre y para todas las coordenadas cromáticas, un comportamiento distinto de los demás, con menor luminosidad y tonos más amarillos con apuntes de rojizos; parece ser que las ciruelas de la plantación 2 presentaban una coloración de frutos más maduros. Murray *et al.* (2005) refieren que hay que garantizar que el 70 % de la copa del árbol esté expuesta a la luz para obtener frutos bien desarrollados y con una maduración uniforme. Se releva así la necesidad de la aplicación de las buenas prácticas de conducción de la plantación. Kruger *et al.* (2005) refieren lo mismo en ciruelas ‘Songold’. Storey y Price (1999) indican la importancia de la incidencia de la radiación solar en la estructura de la piel en ciruelas ‘d’Agen’.

III.2.3.3. Parámetros reológicos

Los frutos de las distintas plantaciones presentan valores de resistencia de la piel diferentes en el día de la cosecha, día 0, pero después de los 30 días de conservación estos valores son muy próximos (Figura 3.23). El comportamiento es algo distinto, pues los frutos de las plantaciones 3 y 4 presentan un descenso mucho más acentuado que los de las plantaciones 1 y 2, que tenían valores próximos el día 0.

Los factores “Plantación” y “Tiempo de Conservación” resultaron ser altamente significativos ($p < 0,01$) así como su interacción (Anexo II – Tabla 5). En Tabla 3.30 se presenta la comparación múltiple de medias de la interacción significativa.

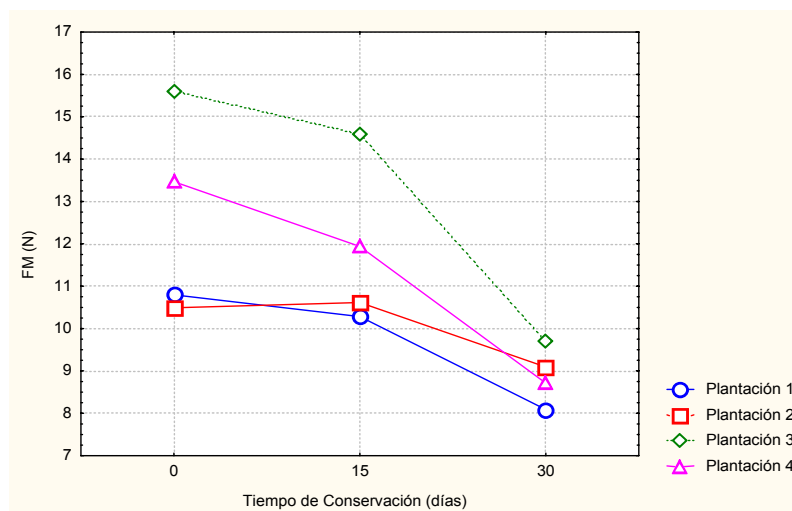


Figura 3.23: Evolución de la resistencia de la piel de los frutos de diferentes plantaciones a lo largo de la conservación

Los únicos frutos que mantienen los valores de resistencia de la piel a lo largo de la conservación son de la plantación 2. Los restantes muestran una disminución más acentuada en especial después de 15 días de conservación.

Tabla 3.30 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Plantación” x “Tiempo de Conservación” de la resistencia de la piel

Tiempo (días)	Resistencia (N)		
	0	15	30
Plantación			
1	10,80cA	10,28bA	8,09aB
2	10,49cA	10,62bA	9,09aA
3	15,60aA	14,59aA	9,70aB
4	13,47bA	11,94bA	8,71aB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Respecto a la deformación de la piel o distancia a la fuerza máxima que es una magnitud vectorial que va acompañada de una variación de volumen o de forma, los frutos de las distintas plantaciones presentan diferencias significativas entre sí, especialmente en el día de la cosecha, con excepción de los frutos de las plantaciones 2 y 3. Los frutos de la plantación 2 son los que presentan valores más bajos de deformación que se mantienen durante el periodo de conservación (Figura 3.24). Las ciruelas de la plantación 3 son las que muestran mayores variaciones durante la conservación, empezando con valores bajos, muy similares a los de la plantación 2 en el día de la cosecha, y alcanzado los valores más elevados después de 30 días de conservación.

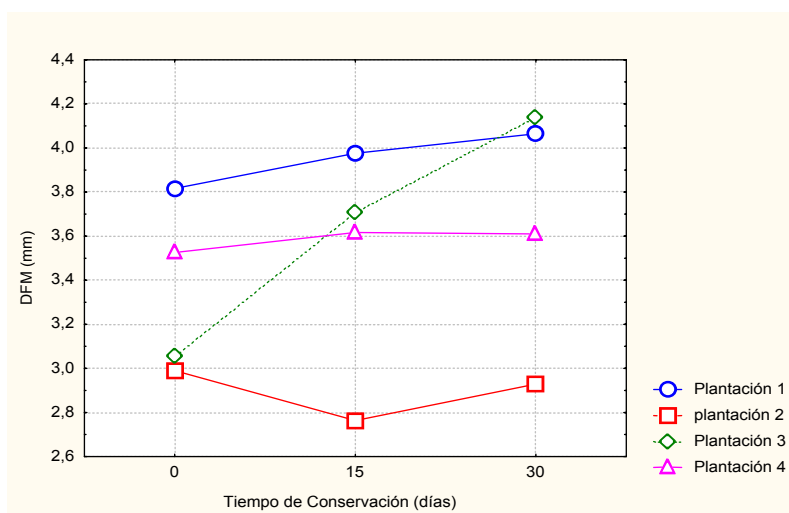


Figura 3.24: Evolución de la deformación de la piel de los frutos de diferentes plantaciones a lo largo de la conservación

Los factores “Plantación” y “Tiempo de Conservación” fueron muy significativos ($p<0,01$), así como su interacción (Anexo II – Tabla 5). En Tabla 3.31 se muestra la comparación múltiple de medias de la interacción significativa y confirma las diferencias entre los frutos de la plantación 2 y los de las restantes plantaciones en cualquiera de los días de análisis.

Tabla 3.31 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Plantación” x “Tiempo de Conservación” de deformación de la piel

Tiempo (días) Plantación	Deformación (mm)		
	0	15	30
1	3,74aA	3,90aA	3,99aA
2	2,93bA	2,71bA	2,87cA
3	2,99bB	3,63aA	4,06aA
4	3,46aA	3,55aA	3,54bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p<0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p<0,05$) entre días de análisis.

La evolución de la pendiente (razón entre la resistencia y la deformación de la piel) se puede ver en la Figura 3.25, apreciándose que todos los frutos muestran una tendencia de disminución, con excepción de los de la plantación 2 entre los días 0 y 15 de conservación.

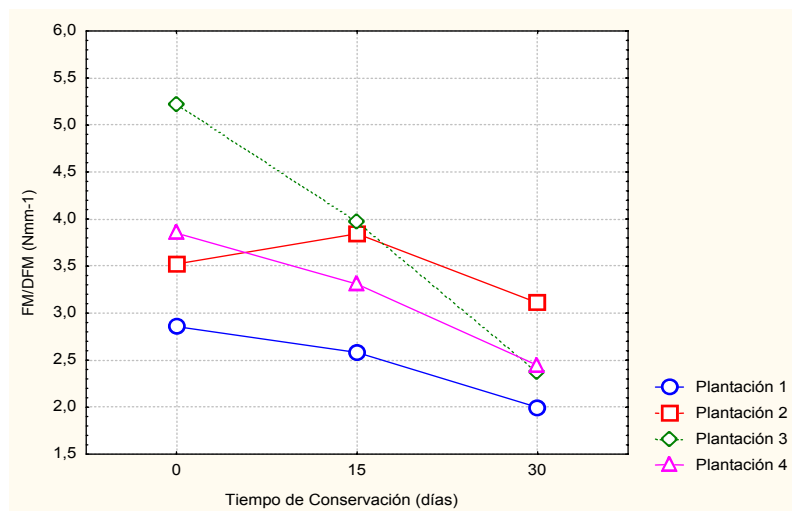


Figura 3.25: Evolución de la pendiente de la curva de penetración de la piel de los frutos de diferentes plantaciones a lo largo de la conservación

Existe una mayor influencia del factor “Tiempo de Conservación” ($F=130,44$), altamente significativo ($p<0,01$), siendo significativo también el factor “Plantación” y su interacción con

el “Tiempo de Conservación” (Anexo II – Tabla 5). La comparación de medias para la interacción “Plantación” x “Tiempo de Conservación” de la pendiente de la curva de penetración de la piel aparece en la Tabla 3.32.

Tabla 3.32 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Plantación” x “Tiempo de Conservación” de la pendiente de la piel

Pendiente (Nmm ⁻¹)			
Tiempo (días)	0	15	30
Plantación			
1	2,86cA	2,58cA	1,99bB
2	3,52bAB	3,84aA	3,11aB
3	5,21aA	3,97aB	2,37bC
4	3,85bA	3,31bA	2,44bB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Los valores de firmeza de la pulpa se han representado en la Figura 3.26, confirmándose de nuevo que los frutos de las distintas plantaciones presentan diferencias desde el día de la cosecha. Después de 15 días de conservación la firmeza de la pulpa de las ciruelas se mantiene para las plantaciones 3 (aprox. 7,5 N) y 1 (aprox. 4,8 N), aumenta para la 4 y disminuye para la 2. Después de 30 días de conservación, las diferencias de comportamiento de los frutos de cada plantación van reduciéndose, puesto que los frutos de las plantaciones 3 y 4 alcanzan los valores de los de las otras dos plantaciones (entre 4 y 5 N).

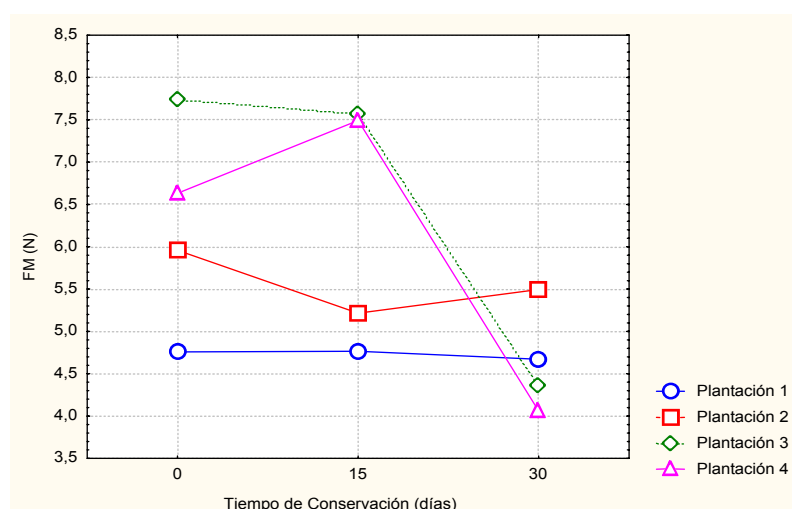


Figura 3.26: Evolución de la firmeza de la pulpa de los frutos de diferentes plantaciones a lo largo de la conservación

La comparación múltiple de medias permite confirmar todo lo que se ha dicho (Tabla 3.33). Todos los factores en estudio y su interacción son significativos (Anexo II - Tabla 5), siendo el “Tiempo de Conservación”, una vez más, el que presenta un valor de F más elevado (51,46).

Tabla 3.33 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Plantación” x “Tiempo de Conservación” de firmeza de la pulpa

Tiempo (días)	Firmeza (N)		
	0	15	30
Plantación			
1	4,76cA	4,77bA	4,67aA
2	5,96bcA	5,21bA	5,50aA
3	7,74aA	7,56aA	4,36aB
4	6,63abA	7,49aA	4,06aB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

El comportamiento de los frutos respecto a la deformación de la pulpa indica que los de la plantación 2 son los únicos que mantienen un comportamiento distinto a lo largo de la conservación, ya que en los restantes la deformación va aumentando a medida que aumenta el tiempo de conservación (Figura 3.27).

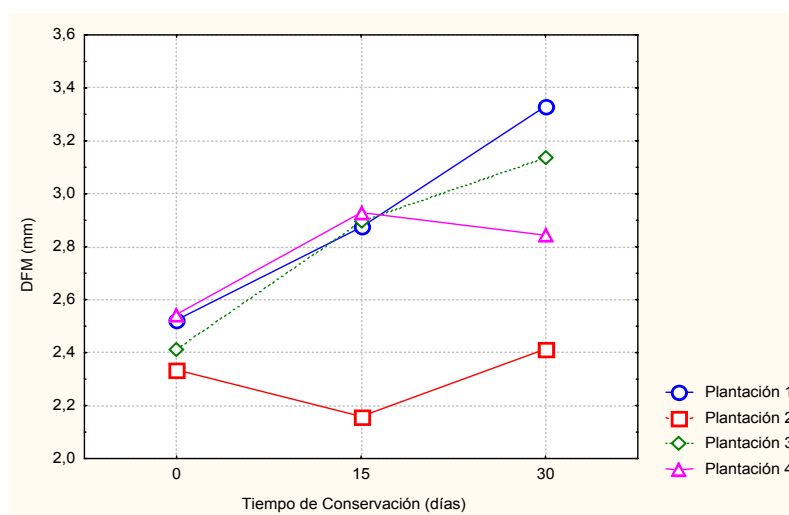


Figura 3.27: Evolución de la deformación de la pulpa de los frutos de diferentes plantaciones a lo largo de la conservación

Se puede confirmar también la diferencia de comportamiento entre las ciruelas de la plantación 2 y las de las otras plantaciones en la pendiente (Figura 3.28). En este caso, hay un descenso para todos los grupos de frutos, aunque, para los frutos de la plantación 2 dicho descenso es más gradual y nunca llega a alcanzar los valores de los otros.

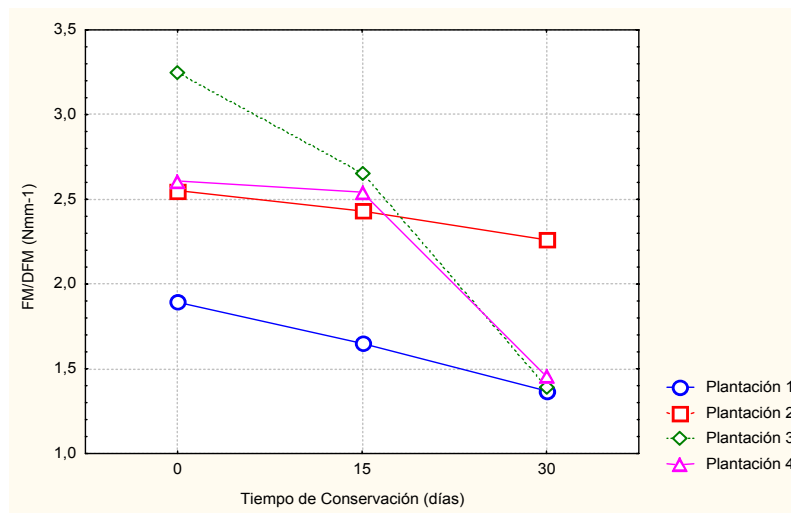


Figura 3.28: Evolución de la pendiente de la curva de penetración de la pulpa de los frutos de diferentes plantaciones a lo largo de su conservación

Los resultados del análisis de varianza permiten confirmar la enorme influencia del factor “Tiempo de Conservación” en el comportamiento de los frutos, así como la proveniencia de los mismos (Anexo II - Tabla 5) (Tabla 3.34). Claramente los frutos de la plantación 2 se mantienen con características reológicas más apropiadas, es decir, los frutos no pierden firmeza y no se deforman a lo largo del tiempo de conservación. Las ciruelas de esa plantación experimentan una menor pérdida de peso y mantienen una mejor firmeza, por lo que podrían someterse a un periodo más amplio de conservación sin perder sus características. De acuerdo con Sams (1999), la textura de los frutos depende, entre otros factores, de las buenas prácticas de producción como el riego, la fertilización y la forma y la fecha de cosecha.

Tabla 3.34– Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Plantación” x “Tiempo de Conservación” de la pendiente de la pulpa

Tiempo (días)	Pendiente (Nmm ⁻¹)		
	0	15	30
Plantación			
1	1,89cA	1,65bAB	1,37bB
2	2,55bA	2,43aA	2,26aA
3	3,25aA	2,66aB	1,39bC
4	2,61bA	2,54aA	1,45bB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

III.2.3.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable

En el día de la cosecha los frutos presentan diferencias en su contenido en azúcares, con valores medios de 19,4, 23,8, 17,2 y 19,1 °Brix para los plantaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Los frutos de la plantación 2 son los únicos que presentan un aumento acentuado, ya que después de 30 días de conservación su contenido en SST aumenta aproximadamente 2° Brix, lo que no ocurre con los frutos de las restantes plantaciones. Las ciruelas de la plantación 3, después de 15 días tienen un contenido en SST ligeramente inferior que en el día de la cosecha (Figura 3.29).

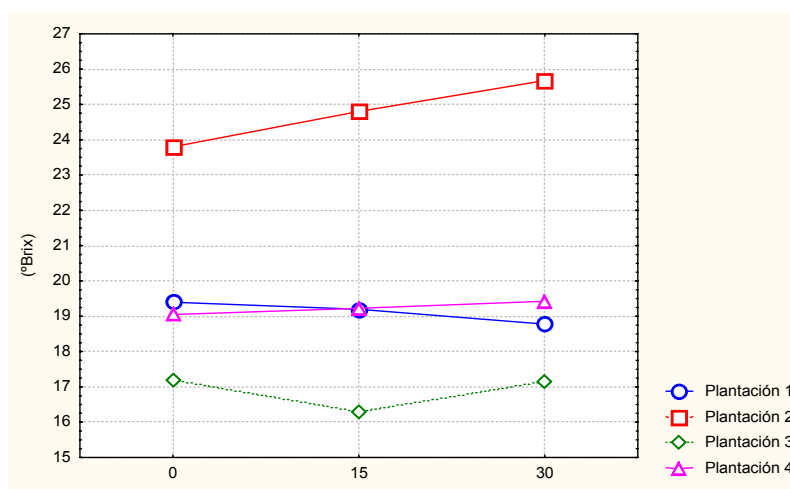


Figura 3.29: Evolución de los sólidos solubles totales de los frutos de diferentes plantaciones a lo largo de la conservación

El factor “Plantación” tiene un efecto marcado en este parámetro indicativo del dulzor, siendo altamente significativo ($p < 0,001$) y con un elevado valor de F (477,68) (Anexo II – Tabla 5). Su interacción con el factor “Tiempo de Conservación” también es significativa. En la Tabla 3.35 se presenta la comparación múltiple de medias para dicha interacción, confirmándose las grandes diferencias entre las plantaciones y haciendo evidente el distinto comportamiento de los frutos de la plantación 2 en este ensayo.

Tabla 3.35 – Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Plantación “ x “Tiempo de Conservación” de los sólidos solubles totales

Sólidos solubles totales (°Brix)			
Tiempo (días)	0	15	30
Plantación			
1	19,40bA	19,20bA	18,78bcA
2	23,80aB	24,80aAB	25,68aA
3	17,18cA	16,30cA	17,15cA
4	19,05bA	19,22bA	19,42bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Durante la conservación la evolución que cabe esperar es un descenso de acidez que irá acompañado de una subida de los SST, y es esta la evolución que se observa para todos los grupos de frutos evaluados con excepción de los de la plantación 2, que presentan una subida de los SST más apreciable.

Es sabido que la relación entre los SST y la acidez es un índice de aceptación de los frutos por los consumidores, dicha razón para los frutos de las distintas plantaciones, durante el almacenamiento se presenta en la Figura 3.30.

Los frutos de la plantación 2 con valores de SST más elevados y los de acidez más bajos son los que presentan valores más elevados para dicha relación. Crisosto *et al.* (2004a) refieren que las buenas prácticas culturales pueden afectar positivamente los niveles de sólidos solubles totales en melocotones, nectarinas y ciruelas.

Todos los grupos de frutos de las cuatro plantaciones muestran una subida, más o menos pronunciada, de esta relación, siendo las ciruelas de las plantaciones 2 y 4 las que presentan una mayor subida.

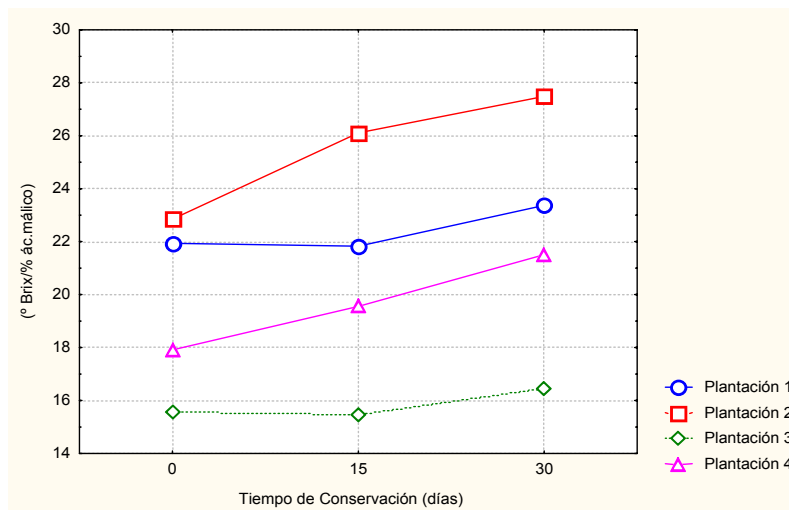


Figura 3.30: Evolución del índice SST/acidez de los frutos de diferentes plantaciones a lo largo de la conservación

A la vista de los resultados obtenidos es evidente que los métodos de cultivo practicados en la plantación serán determinantes para la calidad de los frutos. En este estudio, las ciruelas ‘Reina Claudia verde’ de la plantación 2 destacan de una forma notoria sobre las otras:

Tienen unas características excepcionales, gran calibre, firmes, dulces y no ácidas y con el color propio del fruto maduro.

Las pérdidas de peso son muy bajas (cerca de 0,1%) a lo largo de la conservación en frío (2°C y 90% H.R.) durante 30 días.

Los parámetros de color nos indican que se trata de frutos ligeramente más oscuros, menos verdes y más amarillos que los restantes, que revela un grado de maduración más avanzado.

La resistencia de la piel y la firmeza de la pulpa se mantienen muy semejantes a lo largo de los 30 días de conservación, así como la deformación de la piel y de la pulpa con valores semejantes y más bajos que los de los frutos provenientes de otras plantaciones hasta el final del ensayo.

Los valores de SST más elevados desde el inicio, así como la acidez más baja, permiten obtener una óptima relación SST/acidez, usualmente muy valorada por los consumidores.

Los frutos de la plantación 3 son, por el contrario, los de más baja calidad, probablemente debido a una cosecha demasiado temprana que pudiera justificar, en parte, los elevados valores de pérdida de peso, de firmeza de la pulpa y el bajo contenido en azúcares, todas ellas características de frutos inmaduros.

Como recomendación sencilla y practicable de inmediato se propone una indicación objetiva de valores límite de color, SST y resistencia de la piel que permitan la selección de frutos al llegar a la cooperativa. Todos estos parámetros son fáciles de medir, rápidos y repetibles, condiciones esenciales para poder participar en un futuro índice de calidad.

Para empezar un estudio más complejo, se propone la cosecha de frutos con valores de a^* superiores a -10, de SST superiores a 19 (ya reconocido por productores más experimentados como valor adecuado para la cosecha) y valores de resistencia de la piel inferiores a 13 N. Dichas valoraciones serían realizadas en muestras recogidas en la cooperativa de acuerdo con la norma ISO 874, alcanzando así resultados más fiables, hecho importante debido a la elevada variabilidad existente en frutos.

III.3. ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LOS FRUTOS CONSERVADOS EN ATMÓSFERA MODIFICADA

Los resultados que se presentan corresponden al estudio de los frutos conservados en refrigeración (2°C y 90-95% HR) con y sin embalaje plástico de polipropileno biorientado (P-plus®), con tratamiento anticondensación lo que previene la formación de gotas de agua en la superficie interna de la película, haciendo que el envase resulte más atractivo y permitiendo una mejor visión del producto (Zagory, 2000). El embalaje plástico modifica la atmósfera de almacenamiento, permitiendo, en teoría, una reducción en la velocidad de respiración con el consiguiente mantenimiento de la calidad de los frutos por más tiempo.

El diseño experimental utilizado, para las 3 campañas fue el mismo, con dos factores: “Tiempo de Conservación” (días de almacenamiento) y “Película” (muestras envasadas con y sin film plástico). Las muestras se analizaron semanalmente.

Los resultados obtenidos al final de la campaña 1 aconsejaron una disminución del número de días de conservación, de 49 a 35. En la tercera campaña se introdujo el análisis sensorial de las muestras y por este motivo de nuevo se amplió el tiempo de conservación hasta 42 días, con el objeto de que los catadores pudieran percibir los cambios que se producen al final del almacenamiento.

III.3.1. Evolución de los frutos en la campaña 1

III.3.1.1. Pérdida de peso

Los valores de pérdida de peso son muy distintos dependiendo de la utilización o no de Atmósfera Modificada (AM) (Figura 3.31). Todos los resultados fueron significativos destacándose el elevado valor de F para el efecto “Película”= 1137,38; efecto “Tiempo de Conservación”= 69,70 y la interacción “Película” y “Tiempo de Conservación”= 61,46) (Anexo II – Tabla 6).

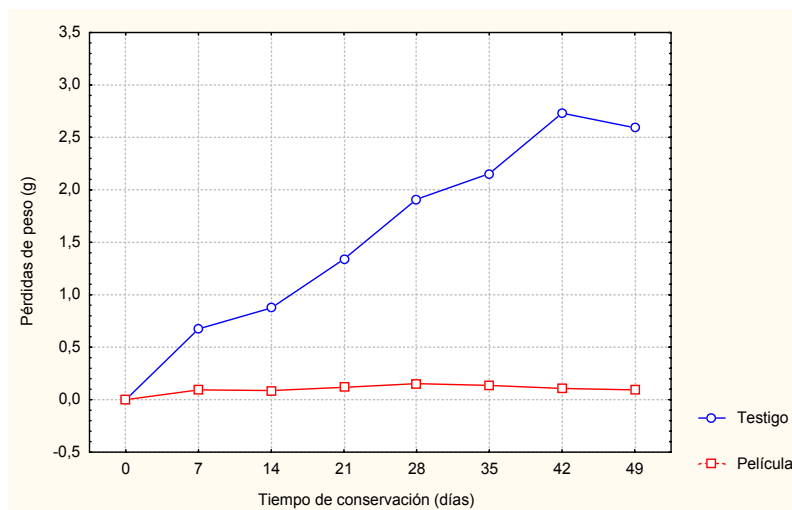


Figura 3.31: Evolución de las pérdidas de peso durante el almacenamiento.

En las ciruelas testigo (sin plástico) se observan elevadas pérdidas de peso a lo largo de la conservación que empiezan en la primera semana, alcanzando en este periodo pérdidas muy superiores a las de las muestras con plástico; el día 49 se alcanzó una pérdida de peso (en relación al día 0) alrededor del 8%, siendo de 0,5% la pérdida de peso máxima alcanzada en las muestras de atmósfera modificada (AM). Kluge *et al.* (1999b) en melocotones ‘Flordaprince’ encontraron pérdida de peso del 21,5% después de 28 días a $1^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y 85-90% de HR para los frutos control y de 0,5 y 0,8% en frutos envasados en polietileno de baja y alta densidad respectivamente. Tudela *et al.* (2001) refieren un 0,2% de pérdidas por deshidratación para melocotones en AM durante 8 días a 0°C seguido de 5 días a 8°C y de 2 días a 15°C . Resultados similares se han encontrado para ciruelas y otras frutas de hueso en la bibliografía revisada (Turk *et al.*, 1994; Cameron *et al.*, 1995; Kluge *et al.*, 1996; Crouch, 1998; Plich y Michalczuk, 1999; Kluge *et al.*, 1999a; Fonseca *et al.*, 2002; Akbudak y Eris, 2004). Según Kader (1992) una pérdida de peso del 5% es considerada demasiado elevada para un fruto de hueso.

Los valores de desviación estándar en las muestras sin plástico fueron muy superiores a los de AM en especial a partir del día 14, lo que indica una maduración desigual e irregular con relación a lo observado en los frutos en AM (Anexo I – Tabla 16).

Las diferencias significativas solo se producen para los frutos testigo a lo largo del almacenamiento (Tabla 3.36). Resultados idénticos se presentan en el trabajo de Padilla-

Zakour *et al.* (2004) para cerezas almacenadas durante 4 semanas, las diferencias significativas sólo se dan para los frutos testigo con valores de pérdida de peso entre 6 y 13%. Malgarim *et al.* (2005), en ciruelas ‘Reubennel’, confirman el efecto beneficioso de la utilización de películas, film de polietileno de 12,5 y 15 µm de espesor, en la disminución de pérdida de peso. Jacobsson *et al.* (2004), estudiaron la influencia de diferentes películas plásticas, incluyendo el polipropileno biorientado, P-plus®, en brócolis durante una semana a diferentes temperaturas y verificaron que además de la influencia de la utilización de AM en la pérdida de peso (7,4% en brócolis envasados frente al 13,2% en los no envasados), también influyen las temperaturas de almacenamiento (10° C y 4° C seguidos de 10° C). Celikel y Szerzelkk (2002) utilizaron envases P-plus en cerezas y obtuvieron los mismos beneficios en la reducción de la pérdida de peso de los frutos.

Tabla 3.36: Valores medios de la comparación múltiple de la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de la pérdida de peso

Pérdida de peso (g)								
Días	0	7	14	21	28	35	42	49
Testigo	0,00aE	0,67aD	0,87aD	1,34aC	1,91aB	2,16aB	2,73aA	2,59aA
Película	0,00aA	0,09bA	0,09bA	0,12bA	0,15bA	0,14bA	0,11bA	0,09bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Los resultados obtenidos en esta campaña confirman lo que se ha dicho en el capítulo I, una de las ventajas del envasado de productos bajo atmósfera modificada es que minimiza las pérdidas de peso durante la comercialización, incrementando su vida comercial (Giró, 1999). Las pérdidas de peso son principalmente debidas a las pérdidas de agua, que resultan en un deterioro de la apariencia, pérdida de textura (ablandamiento, pérdida de turgencia y de succulencia, y arrugamiento) y valor nutricional (Kader, 1986).

El polipropileno biorientado P-plus® mantiene una elevada humedad relativa alrededor de los frutos, reduciendo el déficit de presión de vapor entre los tejidos internos del fruto y el aire circundante, impidiendo una gran pérdida de agua por transpiración. Para Crisosto *et al.* (1995), los frutos de hueso pierden más o menos agua como resultado del movimiento del

vapor de agua entre el fruto y el ambiente, dependiendo de las características de la superficie de los frutos, de la humedad relativa, la velocidad del aire y la temperatura.

III.3.1.2. Color

Las ciruelas de este ensayo no presentan cambios acentuados en los valores de las coordenadas de color (Figuras 3.32, 3.33 y 3.34). El factor “Película” no tiene efecto significativo para ninguno de los tres parámetros de color (L^* , a^* y b^*) mientras que el factor “Tiempo de Conservación” sí (Anexo I – Tabla 17).

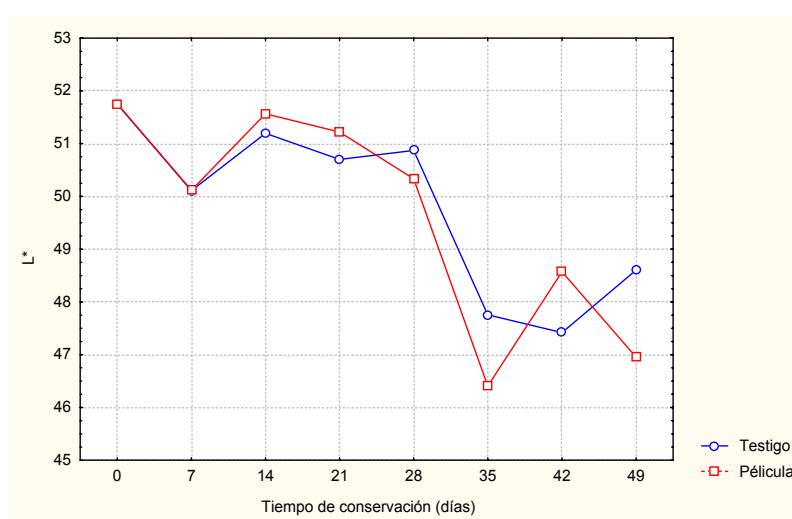


Figura 3.32: Evolución del parámetro L^* durante el almacenamiento

Hasta los 28 días de conservación los valores de L^* (Figura 3.32) se mantienen sin grandes variaciones. Fernández-Trujillo *et al.* (1999) refieren el mismo comportamiento para melocotones conservados hasta los 14 días a 2°C. A partir de los 28 días la luminosidad presenta un descenso acentuado tanto para los frutos testigo como para los envasados en atmósfera modificada.

Los valores de a^* (Figura 3.33) experimentan un descenso a partir de los 28 días de almacenamiento, acentuándose los tonos verdes y disminuyendo los rojos, contrario a la tendencia ascendente inicial debida a la pérdida de color verde por desaparición de la clorofila. Dicho descenso puede ser justificado por un proceso de degradación de los antocianos, pigmentos rojos, que se deterioran fácilmente por diversos factores externos como luz, temperaturas elevadas, oxígeno y otros (Macrae *et al.*, 1993). Además, los bajos

contenidos de O_2 y elevados de CO_2 existentes en una atmósfera modificada pueden inhibir la degradación de la clorofila (Beaudry, 1999) y provocar cambios en los niveles de ácidos que pueden ser los responsables por las pérdidas de color (Holcroft y Kader, 1999).

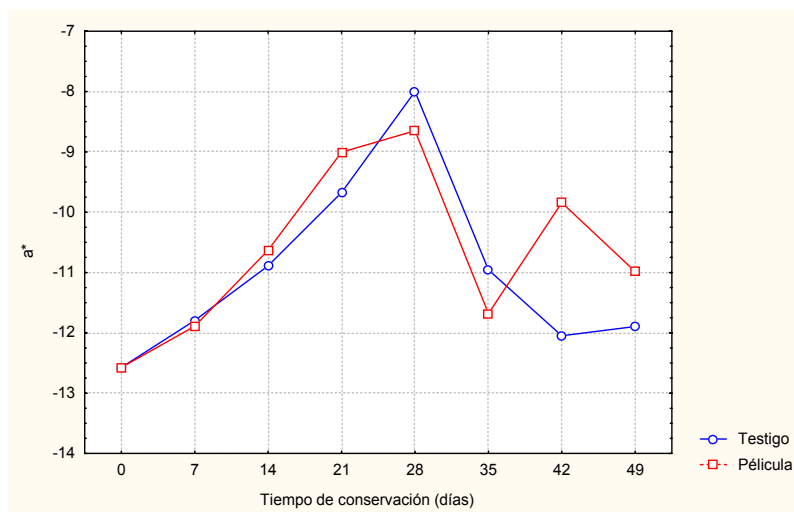


Figura 3.33: Evolución del parámetro a^* durante el almacenamiento

Respecto al parámetro b^* (Figura 3.34) se observa una disminución en ambos grupos de frutos hasta los 28 días de almacenamiento, cambiando la tendencia a partir de ese momento.

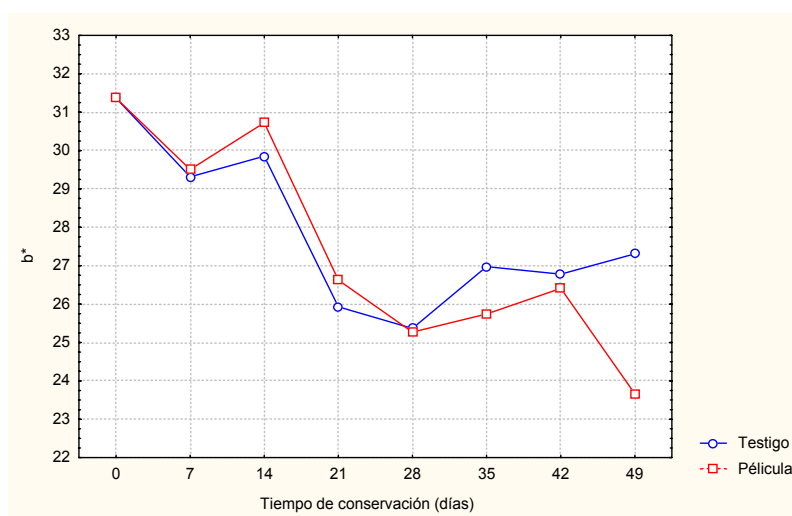


Figura 3.34: Evolución del parámetro b^* durante el almacenamiento

III.3.1.3. Parámetros reológicos

Los análisis de penetración de la piel de los frutos testigo y envasados con P-plus® muestran valores de resistencia de la piel (FM) muy semejantes hasta el día 14 (Figura 3.35). En los dos casos, en la primera semana de conservación, hay un aumento respecto al día 0, lo que podrá relacionarse con una reacción inicial al frío (Kader, 1992). Entre el día 7 y el 14 hay un descenso acentuado, aproximadamente del 20% para el testigo y 17% para Pplus. Estos valores son muy superiores a los indicados por Audubert y Chamboniere (1996) que refieren descensos semanales del 9% para ciruelas ‘Reina Claudia’ almacenadas a 2°C. El hecho de que los valores de resistencia de la piel sean muy bajos después de 35 días de almacenamiento puede significar que, de forma general, en los frutos comienzan fenómenos degradativos propios de la senescencia y una pérdida gradual de sus propiedades viscoelásticas.

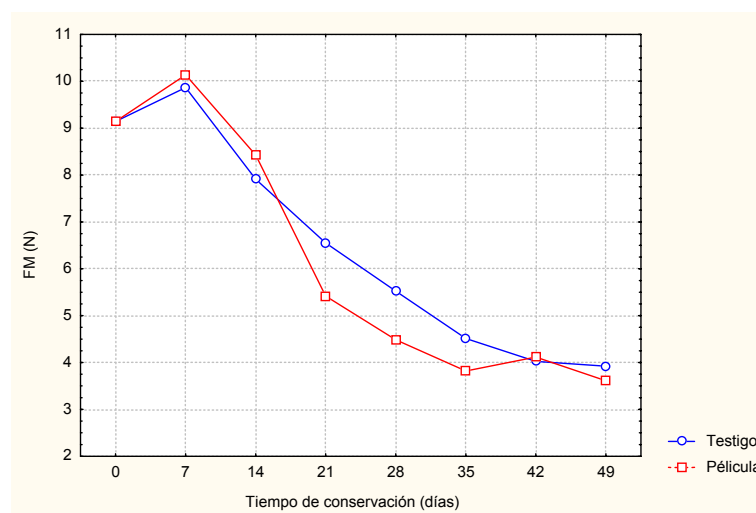


Figura 3.35: Evolución de los valores medios de Resistencia (FM) de la piel durante el almacenamiento

Respecto a la deformación de la piel (DFM) (Figura 3.36), los valores medios de los frutos testigo son más elevados en todos los días de análisis, lo que refleja la disminución de la turgencia de los tejidos constituyentes de la piel, debida a la mayor pérdida de peso de los frutos conservados sin envase frente a los envasados en bolsas de P-plus®. El contenido de agua tiene un efecto directo en la turgencia celular y en el grado de hidratación, resultando en cambios evidentes en la textura (Sams, 1999).

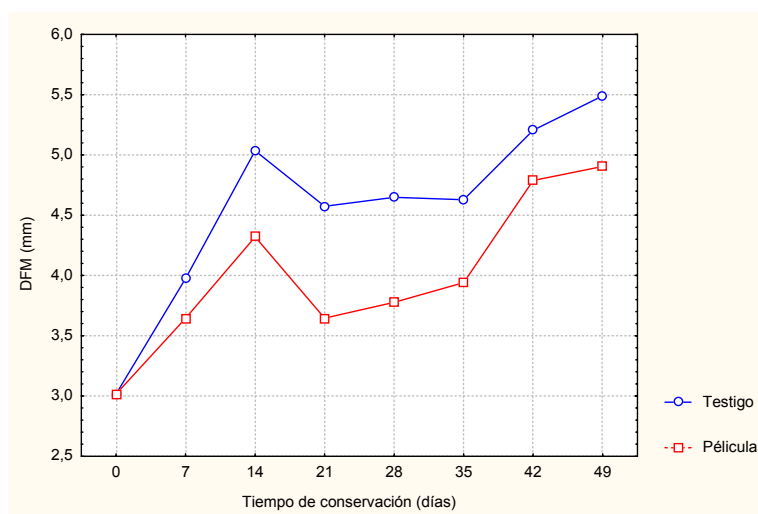


Figura 3.36: Evolución de los valores medios de deformación (DFM) de la piel durante el almacenamiento

Los valores de la pendiente no presentan diferencias significativas entre los dos grupos de frutos, excepto al día 14 (Figura 3.37; Tabla 3.37). A lo largo de la conservación ambos presentan un descenso muy semejante, sobre todo después del día 21, con diferencias significativas entre algunas fechas, con valores de desviación estándar superiores en los frutos almacenados en AM. Martínez-Romero *et al.* (2003) en ciruelas ‘Santa Rosa’ encontraron un descenso acentuado de la pendiente entre el día de la cosecha ($6,21 \text{ Nmm}^{-1}$) y 4 días después a 1°C y 95% HR ($2,47 \text{ Nmm}^{-1}$).

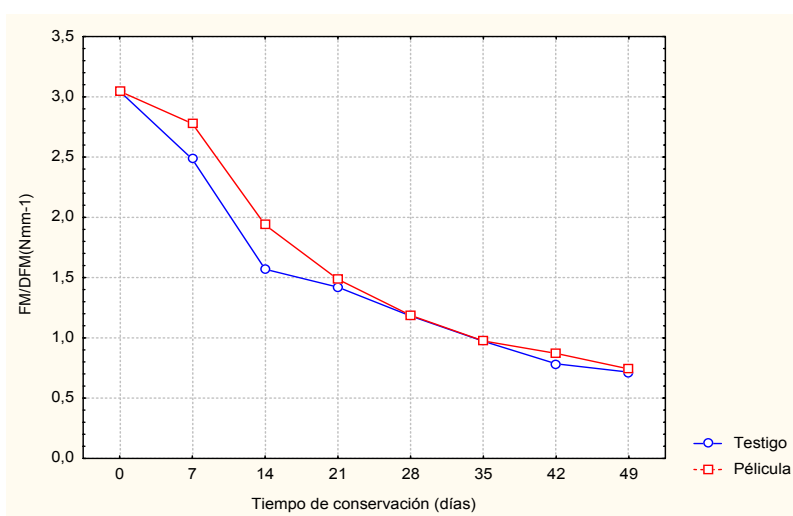


Figura 3.37: Evolución de los valores medios de la pendiente (FM/DFM) de la curva de penetración de la piel durante el almacenamiento

Tabla 3.37 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de los parámetros reológicos de la piel

Resistencia (N)								
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42	49
Testigo	9,14aA	9,87aA	7,91aB	6,55aC	5,53aCD	4,51aD	4,02aDE	3,92aDE
Película	9,14aAB	10,11aA	8,43aB	5,42bC	4,49aC	3,82aCD	4,12aCD	3,61aCD
Deformación (mm)								
Testigo	3,02aC	3,97aC	5,03aAB	4,57aB	4,65aB	4,63aB	5,20aAB	5,49aA
Película	3,02aC	3,64aB	4,32bAB	3,65bB	3,78bB	3,94bB	4,79aA	4,91aA
Pendiente (Nmm ⁻¹)								
Testigo	3,05aA	2,48aB	1,57bC	1,42aC	1,18aCD	0,97aD	0,78aD	0,71aD
Película	3,05aA	2,78aA	1,94aB	1,49aC	1,19aCD	0,97aD	0,87aD	0,74aD

NOTA: Para cada variable en estudio, letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Los frutos envasados en P-plus® presentan valores algo más bajos de firmeza de pulpa (Figura 3.38), aunque las diferencias entre los dos grupos de frutos sólo son significativas en el día 21 (Tabla 3.38). A lo largo de la conservación todos los resultados fueron significativos destacándose el elevado valor de F (efecto “Tiempo de Conservación” = 258,39) (Anexo II - Tabla 6).

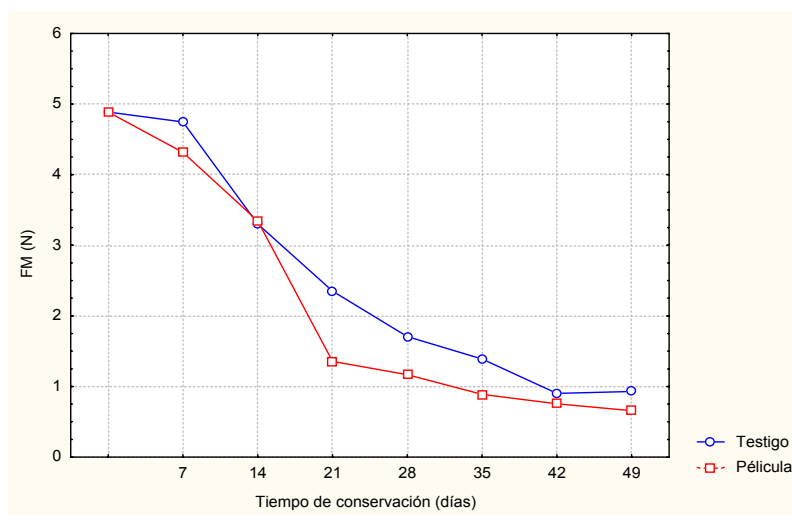


Figura 3.38: Evolución de los valores medios de firmeza de la pulpa durante el almacenamiento

Respecto a la deformación de la pulpa (DFM), se observa (Anexo I - Tabla 19) una dispersión acentuada de los valores, aunque no hay diferencias significativas entre grupos en los distintos días de análisis, excepto en el día 49 (Tabla 3.38). Una vez más aparece el periodo comprendido entre 42 y 49 días de almacenamiento como límite para la conservación sin embalaje, indicando ese descenso de los valores de firmeza de la pulpa la entrada en senescencia de los frutos. Sólo el efecto “Tiempo de Conservación” y la interacción son significativos, presentando valores bajos de F (efecto “Tiempo de Conservación” de 18,80 y efecto “Película” x “Tiempo de Conservación” de 5,48) (Anexo II – Tabla 6).

La disminución de los valores de la pendiente de la curva de penetración de la pulpa en los frutos almacenados con y sin película plástica (Figura 3.39) confirma lo que se ha dicho anteriormente del poco efecto del factor “Película” sobre los parámetros reológicos. Este comportamiento también ha sido observado por Kluge *et al.* (1996) en ciruelas ‘Reubennel’, que no obtuvieron efecto beneficioso sobre la firmeza de la pulpa con la utilización del polietileno. Por el contrario, Akbudak y Eris (2004) al estudiar las modificaciones físicas y químicas en melocotones y nectarinas encontraron un descenso de la firmeza de la pulpa más evidente en los frutos testigo que en los envasados en atmósfera modificada.

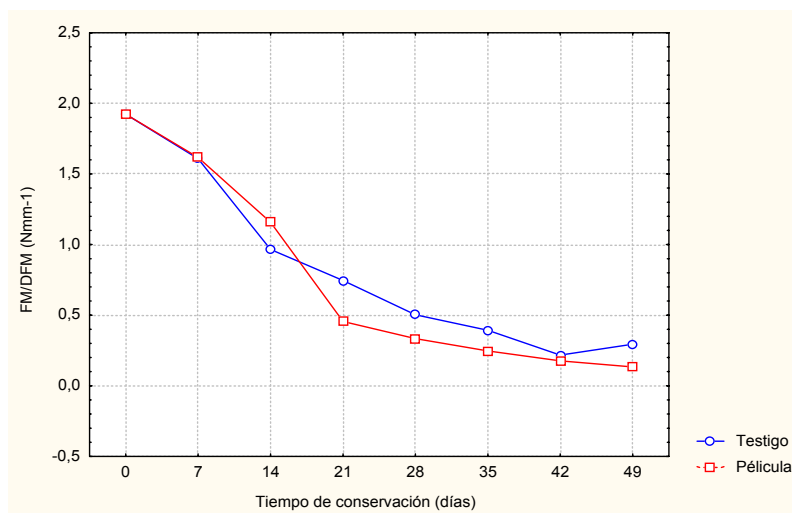


Figura 3.39: Evolución de los valores medios de la pendiente de la curva de penetración de la pulpa durante el almacenamiento

Los factores en estudio y su interacción son significativos para la pendiente de la curva de penetración, con valores elevados de F para el factor “Tiempo de Conservación” ($F = 357,06$)

(Anexo II – Tabla 6). En la Tabla 3.38 se presentan los resultados de la comparación múltiple de medias de Tukey para la interacción.

Tabla 3.38 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de los parámetros reológicos de la pulpa

Firmeza (N)								
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42	49
Testigo	4,89aA	4,75aA	3,30aB	2,35aC	1,71aCD	1,39aD	0,90aD	0,93aD
Película	4,89aA	4,32aA	3,34aB	1,36bC	1,17aC	0,89aC	0,75aC	0,66aC
Deformación (mm)								
Testigo	2,51aB	2,94aB	3,46aAB	3,10aB	3,46aAB	3,89aAB	4,43aA	3,40bAB
Película	2,51aC	2,55aC	2,88aBC	3,09aBC	3,72aB	3,95aB	4,27aAB	5,28aA
Pendiente (Nmm⁻¹)								
Testigo	1,92aA	1,61aB	0,97aC	0,75aCD	0,50aD	0,39aDE	0,22aE	0,29aDE
Película	1,92aA	1,62aB	1,16aC	0,46aD	0,33aD	0,25aDE	0,18aDE	0,13aE

NOTA: Para cada variable en estudio, letras minúsculas diferentes, para cada uno de los testes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

El factor “Tiempo de Conservación” es el responsable de las diferencias encontradas en los valores medios de los parámetros de textura de la pulpa.

Respecto a las características reológicas de la pulpa se puede decir que, las condiciones empleadas, la utilización de la película P-plus® no mejora las características respecto a las de los frutos testigo. Chambroy y Souty (1994) concluyeran que la utilización de atmósfera modificada en albaricoques tuvo un efecto inhibitor sobre la evolución de algunos criterios ligados a la maduración poscosecha, como el color y la textura.

III.3.1.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable

La evolución esperada de aumento de los SST sólo se observa para los frutos testigo y hasta los 42 días de almacenamiento (Figura 3.40). Estos frutos muestran un aumento de unos 3°Brix de media durante el periodo de conservación, entre el día 0 (17,35 °Brix) y el día 42 (valor máximo 20,30 °Brix). El descenso que se observa entre el día 42 y 49, para los dos grupos de frutos, corresponde, posiblemente, a la entrada de los mismos en senescencia y por supuesto a fenómenos fermentativos que utilizan los azúcares como sustrato. Hay algunos

autores que asocian la reducción del dulzor al aumento en el contenido de CO₂ (Gimeno *et al.*, 1995; Fernández-Trujillo *et al.*, 1999). En los frutos envasados con P-plus® no se observan grandes cambios en SST y nunca se llegan a alcanzar los valores de los frutos testigo (Figura 3.40 y Tabla 3.39). Akbudak y Eris (2004) encontraron el mismo comportamiento en melocotones y en nectarinas.

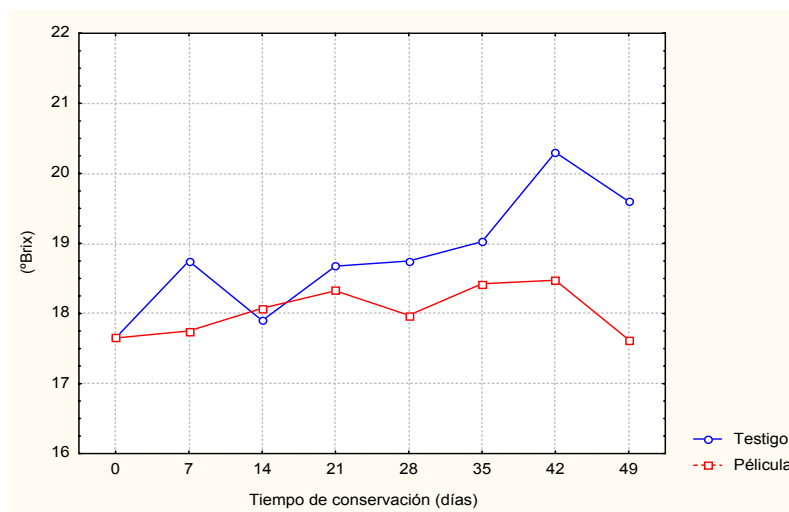


Figura 3.40: Valores medios de los sólidos solubles totales durante el almacenamiento

Tabla 3.39 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Película” de los SST

Sólidos solubles totales (° Brix)								
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42	49
Testigo	17,65aB	18,75aB	17,90aB	18,68aB	18,75aB	19,03aAB	20,30aA	19,60aAB
Envasados con P-plus	17,65aA	17,75aA	18,08aA	18,33aA	17,98aA	18,43aA	18,48bA	17,63bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Respecto a la acidez titulable (Figura 3.41), los frutos en P-plus® muestran un comportamiento de constante disminución, frente a una disminución menos pronunciada de los frutos testigo. La disminución de la acidez durante el almacenamiento sugiere que los ácidos orgánicos se utilizaron como sustrato de la respiración. La disminución más acentuada de la concentración de ácido málico en los frutos envasados en atmósfera modificada puede atribuirse a una posible inhibición de la succinildeshidrogenasa del Ciclo de Krebs debido a

las elevadas concentraciones de CO₂ (Wankier *et al.*, 1970). Chambroy y Souty (1994) no consideran que el aumento de CO₂ asociado a la AM influya en las alteraciones bioquímicas de los frutos de hueso.

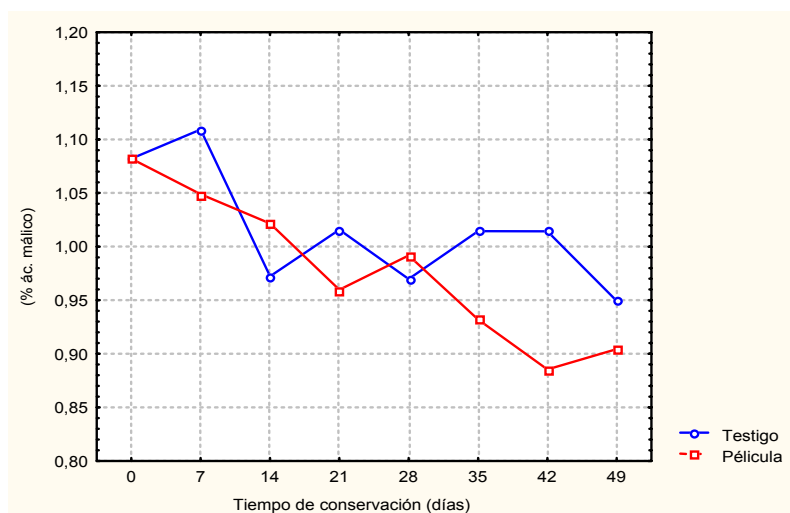


Figura 3.41: Valores medios de la acidez durante el almacenamiento

En la Tabla 3.40 se puede confirmar la influencia de los factores “Película” y “Tiempo de Conservación” en la acidez de los dos grupos de frutos.

Tabla 3.40 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de la acidez

Tiempo (días)	Acidez (% ác. Málico)							
	0	7	14	21	28	35	42	49
Testigo	10,82aA	11,09aA	9,72aB	10,16aB	9,70aB	10,14aB	10,14aB	9,49aC
Película	10,82aA	10,49bAB	10,22aB	9,60aC	9,92aBC	9,32bCD	8,85bD	9,04aCD

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

En la Figura 3.42 se puede ver la evolución de la relación SST/acidez, que de una forma clara aumenta para los dos grupos de frutos a lo largo del almacenamiento, excepto el día 49 para aquellos envasados en P-plus®. Dicha relación es considerada por Crisosto (1994) como un parámetro más relacionado con la calidad sensorial de los frutos que el contenido en ácidos o los SST per se.

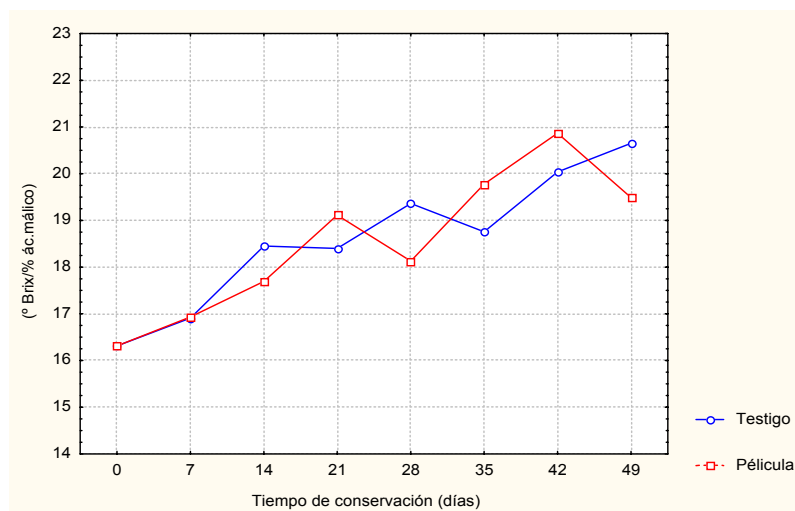


Figura 3.42: Valores medios del índice SST/ acidez durante el almacenamiento

A la vista de los resultados obtenidos se observa que las pérdidas de peso en los frutos testigo (alrededor del 8%) son elevadas frente a los frutos envasados en P-Plus® (aprox. 0,5%), que indican los 35 días de conservación como el límite máximo recomendable, puesto que a partir de dicha fecha se excede para los frutos testigo el 5% de pérdida de peso, que es el máximo comercial permitido. Los parámetros de color no se ven afectados por la utilización de la película plástica; por el contrario el tiempo de conservación sí afecta a dichos parámetros, siendo preferible conservar hasta los 35 días. A partir de los 35 días de conservación los valores de firmeza y de la pendiente de la curva de penetración de la piel son semejantes y muy bajos (inferior a 1 N y 1 Nmm⁻¹). Se recomienda la utilización de la película PPlus® para la conservación en atmósfera modificada desde el inicio de la conservación de los frutos en cámara hasta los 21 días, pudiendo en algunos casos ampliarse hasta los 35 días.

III.3.2. Evolución de los frutos en la campaña 2

III.3.2.1. Pérdida de peso

Existe gran diferencia entre los dos grupos en los valores de pérdidas de peso a lo largo de la conservación, siendo los frutos testigo los que presentan pérdidas más elevadas (un 10% a los 35 días) (Figura 3.43). La desviación estándar es también mucho mayor en los frutos testigo, como se puede ver en la Tabla 21 del Anexo I. Los factores en estudio, “Película” y “Tiempo de Conservación” y su interacción presentan diferencias significativas ($p < 0,05$), con

un elevado valor de $F = 280,87$ para el factor “Película” (Anexo II Tabla 7), que confirma las diferencias observadas. Nunes *et al.* (2004) también obtuvieron una interacción significativa entre la atmósfera modificada y el tiempo de almacenamiento para la variable pérdida de peso en melocotones envasados en polietileno de baja densidad (60 μ m de espesor) almacenados durante 10 días en cámara de refrigeración a 9° C y 90-95% HR, con valores más elevados en los frutos testigo que en los envasados. Los resultados obtenidos en esta campaña están de acuerdo con los de la campaña anterior y los de los distintos autores ya referidos, confirmando el efecto positivo de la utilización de la película en la reducción de la pérdida de peso en todo el tiempo de conservación.

Kader (1992) y Gimeno *et al.* (1995) refieren la reducción de las pérdidas de agua como uno de los efectos positivos de la utilización del envasado en atmósfera modificada. También en ensayos efectuados en mangos ‘Tommy atkins’, la utilización de envase o redujo en 3,5 veces el valor de pérdida de peso frente a los no envasados (Yamashita *et al.*, 2001).

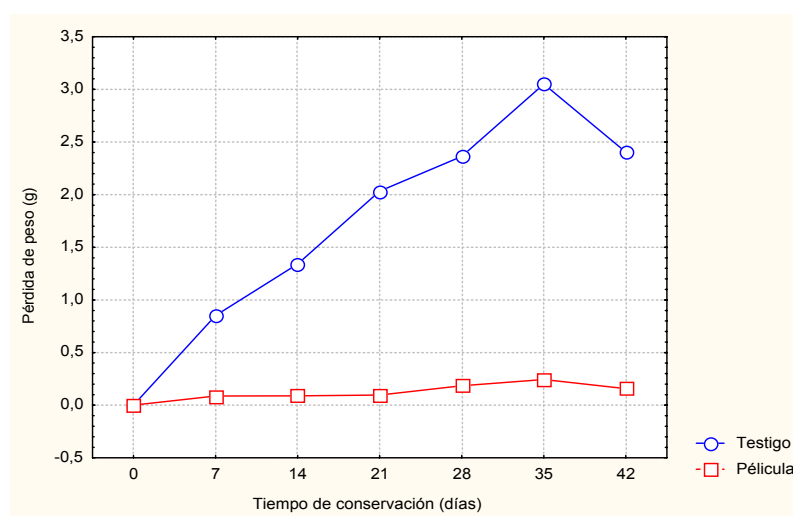


Figura 3.43: Evolución de las pérdidas de peso durante el almacenamiento

A lo largo de la conservación los frutos testigo presentan diferencias significativas entre la mayoría de los días de análisis, mientras que los frutos en AM no presentan diferencia (Tabla 3.41). Los valores medios y la comparación múltiple de medias confirman la importancia del factor “Película”.

Tabla 3.41: Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de la pérdida de peso

Tiempo (días)	Pérdida de peso (g)						
	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	0aD	0,85aC	1,34aBC	2,03aB	2,36aAB	3,05aA	2,40aAB
Película	0aA	0,09aA	0,09bA	0,10bA	0,19bA	0,24bA	0,14bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

III.3.2.2. Color

Los parámetros de color (L^* , a^* y b^*) se ven más afectados por el tiempo de conservación que por la utilización de película plástica, como se observó en la Campaña 1. El análisis de varianza (Anexo II - Tabla 7) evidencia que el factor “Tiempo de Conservación” es altamente significativo ($p < 0,05$). Por otro lado, los valores medios de la comparación múltiple de estos parámetros presentados por los dos grupos de frutos son muy semejantes (Tabla 3.42).

Tabla 3.42: Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de los parámetros de color L^* y b^*

Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Parámetro L^*							
Testigo	51,77aB	52,82aB	51,22aB	50,65aB	50,73aB	51,27aB	54,2aA
Película	51,77aB	51,71aB	51,60aB	52,34aB	52,16aB	51,58aB	50,41bA
Parámetro b^*							
Testigo	34,97aA	33,94aA	35,12aA	31,74aA	31,88aB	31,99aB	36,83aA
Película	34,97aA	32,75aA	36,24aA	34,45aA	33,11aA	33,55aA	33,63aA

NOTA: Para cada variable letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Respecto al parámetro a^* (Figura 3.44) los dos grupos presentan comportamientos distintos a lo largo de la conservación. El análisis de varianza (Anexo II - Tabla 7) evidencia diferencias significativas para los dos factores en estudio, “Película” y “Tiempo de Conservación”, con valores relativamente bajos de F (15,92 y 5,24, respectivamente) y su interacción no es significativa.

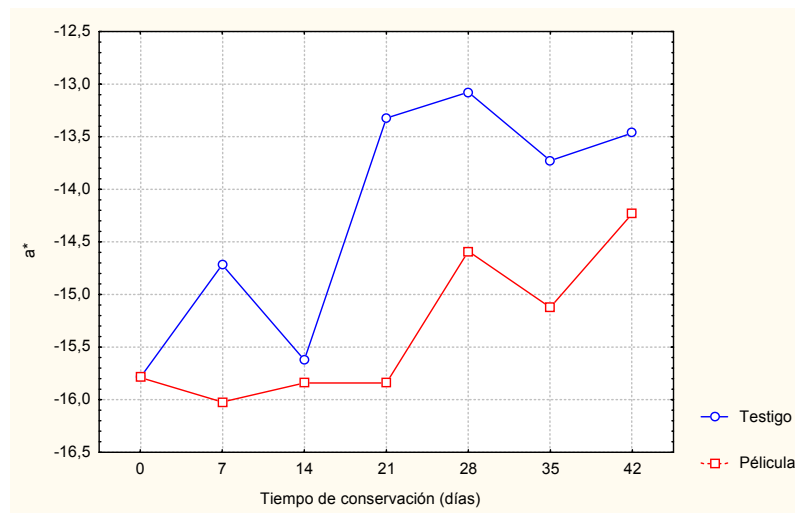


Figura 3.44 - Valores medios del parámetro a^* de color durante la conservación

El parámetro b^* presenta un comportamiento semejante para los dos grupos de frutos, aunque en los frutos testigo se produce una subida a los 42 días (Figura 3.45).

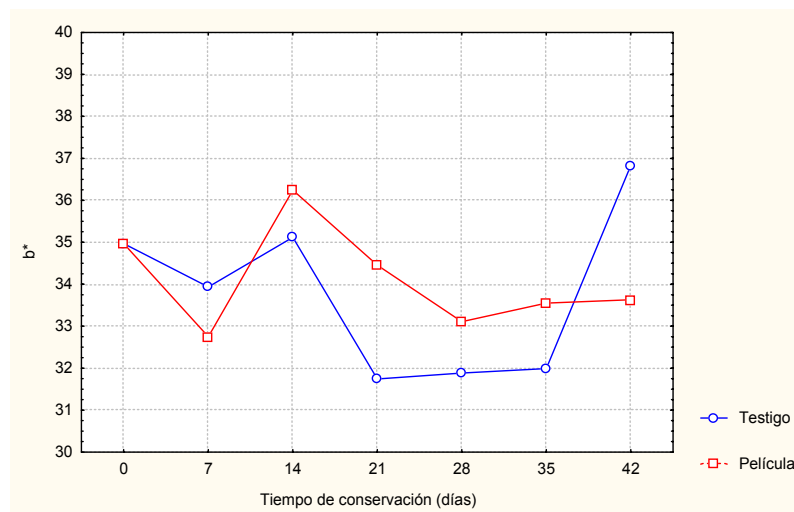


Figura 3.45 - Valores medios del parámetro b^* de color durante la conservación

III.3.2.3. Parámetros reológicos

Se puede decir que el comportamiento respecto a la resistencia de la piel es semejante en los dos grupos de frutos, presentando los frutos testigo un ligero descenso hasta los 35 días. Los 42 días de conservación resultan ser un periodo excesivo para los dos grupos,

observándose una abrupta disminución de la fuerza máxima de penetración de la piel en esa fecha (Figura 3.46).

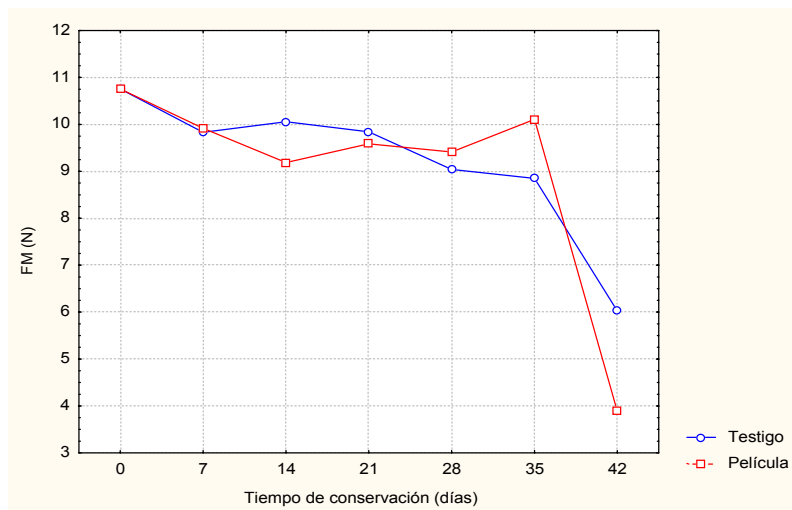


Figura 3.46: Evolución de los valores medios de resistencia (FM) de la piel

Sólo hay diferencias significativas entre los dos tratamientos a los 42 días (Tabla 3.43). Los frutos testigo presentan un descenso gradual de la resistencia de la piel a partir de los 14 días.

Tabla 3.43: Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de la resistencia de la piel

Resistencia (N)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	10,76aA	9,83aAB	10,06aAB	9,84aAB	9,04aB	8,85aB	6,03aC
Película	10,76aA	9,92aA	9,19aA	9,59aA	9,41aA	10,11aA	3,89bB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Los frutos en P-plus® presentan un ligero descenso entre los 0 y 7 días, que se puede deber a la adaptación al nuevo ambiente de frío, manteniéndose los valores a lo largo de la conservación, con un fuerte descenso entre los 35 y 42 días de conservación, alcanzando valores mucho más bajos que los frutos sin plástico, lo que puede significar una entrada de los

frutos en senescencia, con solubilización de las pectinas de las paredes celulares y la consecuente pérdida de sus propiedades viscoelásticas (Redgwell y Fischer, 2002).

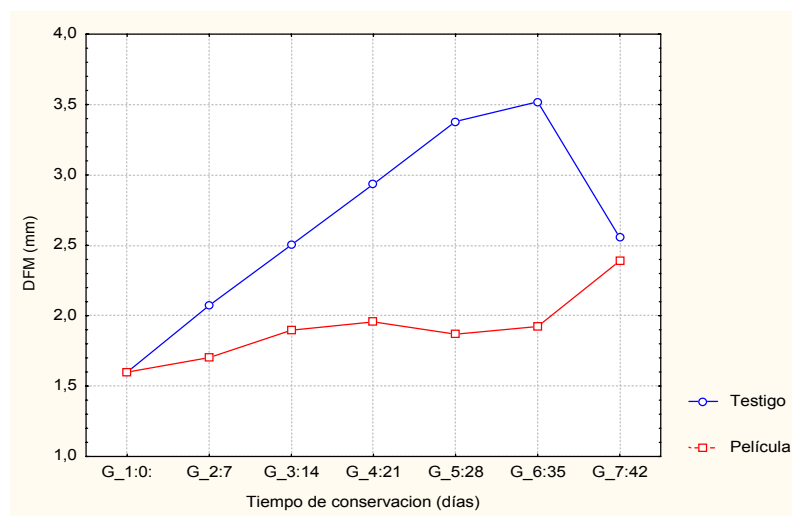


Figura 3.47: Evolución de los valores medios de la deformación (DFM) de la piel

Para la deformación (DFM) se pueden ver diferencias de comportamiento de los frutos dependiendo del tratamiento (Figura 3.47). Se encuentra una correspondencia muy evidente entre los valores de la deformación y los de la pérdida de peso, lo que corrobora el hecho de que la deformación evidencie las pérdidas de agua sufridas por los frutos durante su conservación. Se observó un arrugamiento de la piel de los frutos al final de la conservación. Sansavini (1994) refiere que pérdidas elevadas pueden llevar al arrugamiento y a la pérdida de volumen lo que puede impedir la comercialización de los frutos.

Las diferencias se pueden confirmar observando la Tabla 3.44 que muestra la comparación de medias para la interacción significativa (Anexo II - Tabla 7).

Tabla 3.44: Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de la deformación de la piel

Deformación (mm)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	1,6aD	2,07aC	2,50aBC	2,94aB	3,38aAB	3,52aA	2,55aBC
Película	1,6aB	1,70aB	1,90bB	1,96bAB	1,87bB	1,92bB	2,39aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

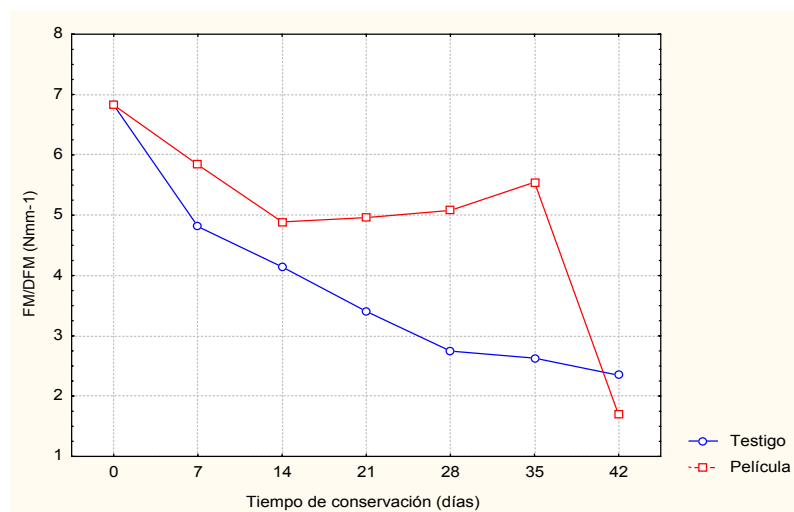


Figura 3.48: Evolución de los valores medios de la pendiente (FM/DFM) de la curva de penetración de la piel

Respecto a la pendiente de la curva de penetración de la piel, los dos grupos de frutos muestran un descenso de los valores medios durante el almacenamiento, mucho más constante para los frutos testigo (Figura 3.48). Entre los días 35 y 42 los frutos en P-plus®, presentan una bajada muy acentuada, los valores pasan de 5,55 a 1,69 Nmm^{-1} , hecho que ya se ha justificado anteriormente (Tabla 3.45).

Tabla 3.45: Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de la pendiente de la curva de la piel

Tiempo (días)	Pendiente (Nmm^{-1})						
	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	6,82aA	4,81aB	4,14aBC	3,41bCD	2,75bD	2,63bD	2,35aD
Película	6,82aA	5,84aAB	4,89aB	4,96aB	5,08aB	5,55aB	1,69aC

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Observando el comportamiento de los frutos puede decirse que hay una influencia de la utilización de este plástico P-plus® en la conservación de los frutos, sobre todo respecto a la deformación y a la pendiente. Los 35 días parecen ser el periodo límite para conservar las ciruelas en atmósfera modificada en estas condiciones, ya que a los 42 días el comportamiento se aproxima al de los frutos testigo.

A lo largo de la conservación la textura de la pulpa evoluciona de forma similar a la de la piel; los frutos almacenados en AM muestran valores de fuerza máxima de penetración de la pulpa relativamente constante hasta los 35 días, presentando valores muy dispares después (Figura 3.49).

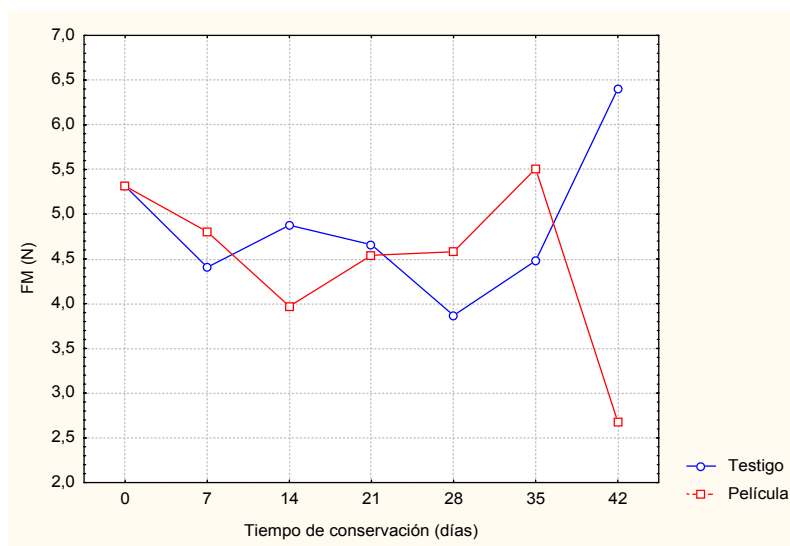


Figura 3.49: Evolución de los valores medios de firmeza (FM) de la pulpa

Los dos factores en estudio “Película” y “Tiempo de Conservación” presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) para todos los parámetros medidos en el análisis de penetración de la pulpa, así como la interacción (Anexo – Tabla 7).

Al observarse la Tabla 3.46 de la comparación múltiple de medias para la firmeza de la pulpa se destaca una vez más el tiempo de 35 días de conservación, ya que después tienen lugar cambios muy acentuados y de difícil explicación, que podrían ser atribuidos a elevadas pérdidas de peso y entrada en senescencia de los frutos; de hecho, los valores de firmeza de la pulpa de los frutos testigo suben de 4,48 (N) a 6,40 (N), contrariamente a los frutos en P-plus® que disminuyen de 5,51(N) hasta 2,68 (N). Sólo a los 42 días de conservación las diferencias son significativas entre los dos grupos de frutos. Puede ser que procesos catabólicos durante la senescencia hagan perder las características viscoelásticas fundamentales para este tipo de medidas de textura en frutos. También en los resultados obtenidos en el estudio de la piel se verificó un fenómeno idéntico después de los 35 días.

Tabla 3.46: Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de la firmeza de la pulpa

Firmeza (N)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	5,31aB	4,41aBC	4,88aB	4,66aBC	3,87aC	4,48aBC	6,40aA
Película	5,31aA	4,30aA	3,97aAB	4,54aA	4,58aA	5,51aA	2,68bB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

La deformación presenta, para los dos grupos de frutos (Figura 3.50), una tendencia de aumento de los valores, más acentuada para los frutos testigo, como cabría esperar, ya que a lo largo de su conservación estos frutos pierden más agua, las células pierden turgencia, y la pulpa se vuelve más blanda. Comparando el comportamiento de los dos grupos de frutos en cada día de análisis, se confirman las diferencias significativas entre ellos, exceptuando el día de la cosecha (Tabla 3.47).

Los factores “Película” y “Tiempo de Conservación” y su interacción son significativos, destacando el segundo factor (Anexo II - Tabla 7).

Tabla 3.47: Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de la deformación de la pulpa

Deformación (mm)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	1,50aD	1,86aCD	1,99aC	2,36aBC	2,62aBC	2,74aB	3,22aA
Película	1,50aB	1,33bB	1,48bB	1,65bB	1,55bB	1,78bAB	2,26bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

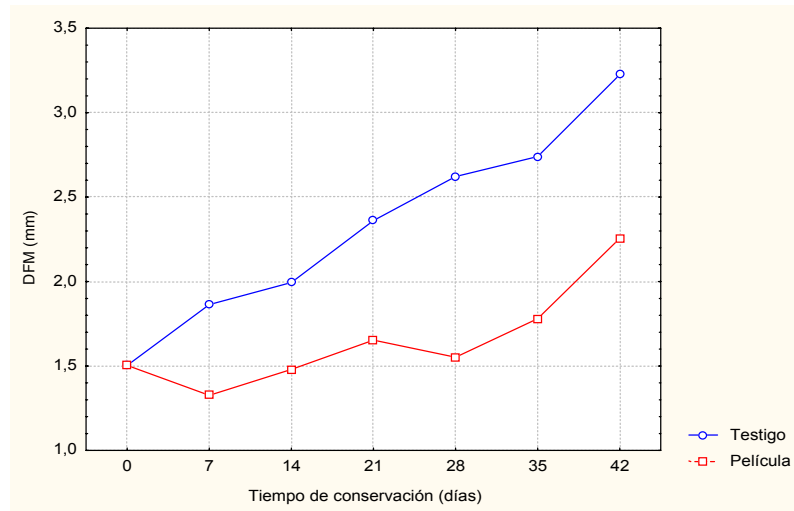


Figura 3.50: Evolución de los valores medios de deformación (DFM) de la pulpa

La pendiente de la curva de penetración de la pulpa a partir de los 35 días muestra un comportamiento completamente distinto para los dos grupos de (Figura 3.51).

El análisis de varianza revela que los dos factores en estudio son significativos así como su interacción (Anexo II – Tabla 7). La comparación múltiple de medias (Tabla 3.48) muestra que las diferencias entre los dos grupos sólo se producen en los días 21, 28 y 35 de conservación.

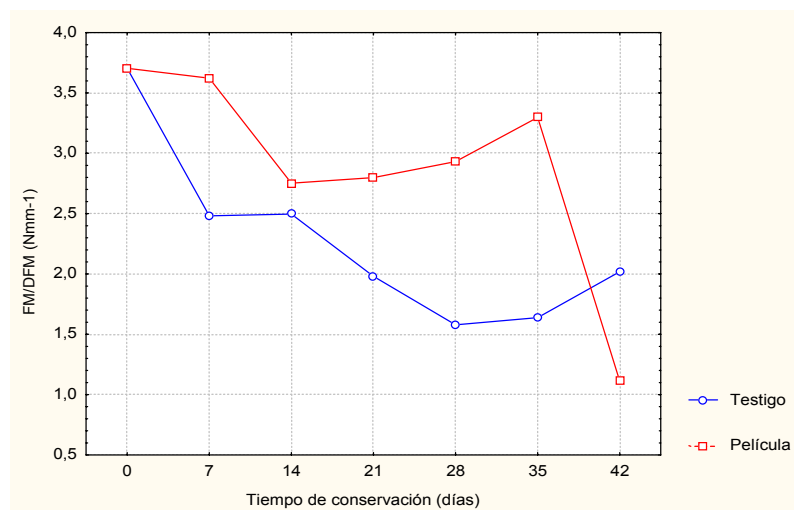


Figura 3.51: Evolución de los valores medios de la pendiente (FM/DFM) de la curva de penetración de la pulpa

Tabla 3.48: Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Película” de la pendiente de la curva de la pulpa

Tiempo (días)	Pendiente (Nmm ⁻¹)						
	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	6,82aA	4,81aB	4,14aBC	3,41bCD	2,75bD	2,63bD	2,35aD
Película	6,82aA	5,84aAB	4,89aB	4,96aB	5,08aB	5,55aB	1,69aC

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

De una forma general, considerando la evaluación de la piel y de la pulpa, se puede afirmar que los frutos conservados en P-plus® presentan un comportamiento más regular, manteniendo valores más elevados de firmeza de la pulpa, resistencia de la piel y pendiente y más bajos de deformación hasta los 35 días de conservación. Después de ese periodo de almacenamiento se observan cambios de las propiedades reológicas muy acentuados, que parecen indicar el inicio de un fenómeno fisiológico de senescencia, lo que nos permite apuntar los 35 días de conservación como el periodo máximo de conservación adecuado para que los frutos mantengan sus características de textura.

III.3.2.4 Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable

Los frutos testigo presentan, de forma general, valores más elevados de sólidos solubles totales, debido a una pérdida de peso más acentuada (Figura 3.52). Los valores de acidez son también más altos, lo que atenúa las diferencia entre los dos grupos en la razón SST/acidez (Figura 3.53). Kluge *et al.* (1999b) en ciruelas de la cultivar ‘Flordaprince’ verificaron que hasta los 28 días no había diferencias entre los frutos envasados y los no envasados. Pretel *et al.* (1993) cuando compararon el comportamiento de albaricoques envasados en películas de diferente permeabilidad y no envasados observaron diferencias entre ellos ya a partir de los 17 días de conservación.

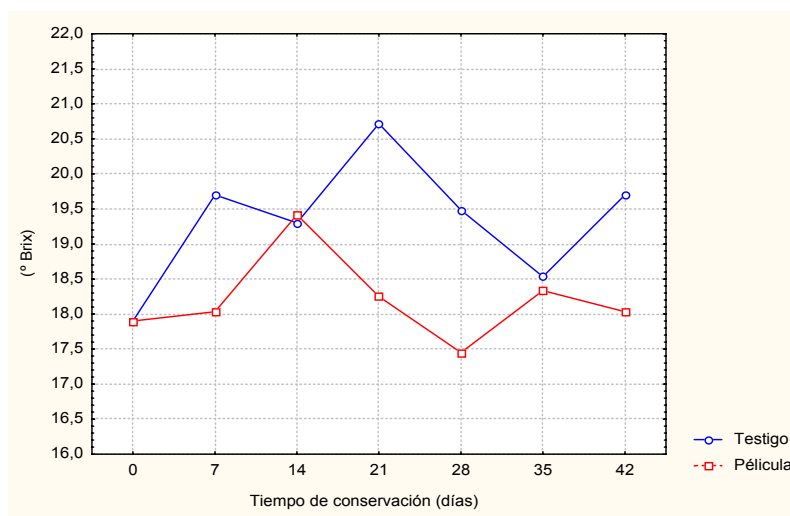


Figura 3.52: Valores medios de los sólidos solubles totales (SST) durante la conservación

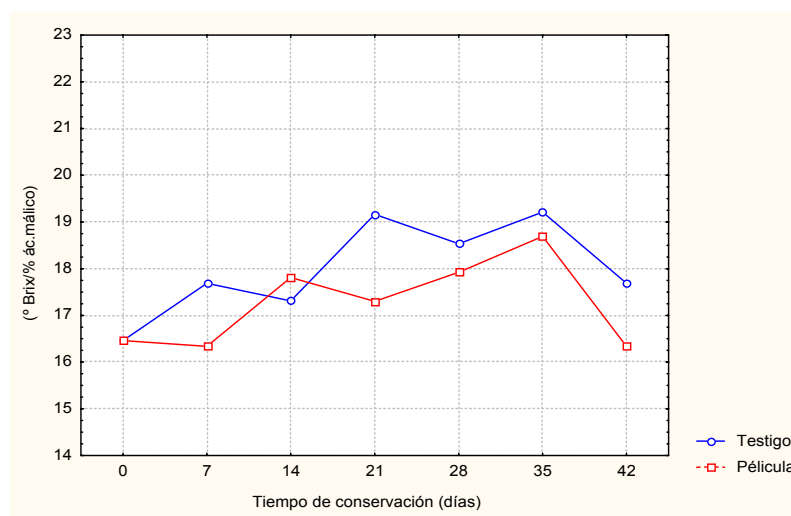


Figura 3.53: Valores medios del índice SST/acidez durante la conservación

Los factores “Película” y “Tiempo de Conservación” son significativos ($p < 0,05$) para los dos parámetros evaluados SST y acidez (Anexo II - Tabla 7). La comparación de medias de las interacciones significativas se puede ver en las Tablas 3.49 y 3.50.

Tabla 3.49 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de los SST

Sólidos solubles totales (°Brix)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	17,9aB	19,7aAB	19,3aAB	20,72aA	19,48aAB	18,53aB	19,78aA
Película	17,9,0aAB	18,03aAB	19,42aA	18,25bAB	17,45bB	18,33aAB	19,73aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Las diferencias en SST entre los dos grupos de frutos en el transcurso de la conservación sólo se observan los días 21 y 28.

Los valores medios de la acidez (Tabla 3.50) no presentan diferencias significativas entre los dos tratamientos en la mayoría de los días de análisis, salvo el día 28. A lo largo de la conservación, los frutos testigo presentan diferencias significativas en la acidez a partir de los 28 días y los envasados en P-plus® anticipan dicha diferencia al día 21 de almacenamiento.

Tabla 3.50 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de la acidez

Acidez (% ác. Málico)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	1,09aA	1,11aA	1,11aA	1,08aA	1,05aA	0,96aB	0,97aB
Película	1,09aA	1,10aA	1,09aA	1,05aA	0,98bB	0,98aB	0,97aB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Es evidente que también para la evaluación de carácter químico los 42 días de almacenamiento son excesivos. Parece ser que a los 21 días se presentan los mejores valores de SST y también de la relación con la acidez, lo que presupone mejores características de sabor, sabiendo que, de forma general los consumidores valoran mucho el dulzor de los frutos. El alargar del tiempo de conservación hasta los 35 días es excesivo desde el punto de vista químico.

De un modo general se puede decir que los frutos testigo, conservados sin película, presentan desde el inicio valores más elevados de pérdida de peso, con consecuente arrugamiento superficial. También se infiere del conjunto de las evaluaciones realizadas que la maduración de los frutos testigo almacenados en cámara está algo anticipada respecto a los envasados en atmósfera modificada (como se vio con los tonos rojizos valorados con el parámetro a^*). Considerando las evaluaciones de textura de la piel y de la pulpa, se puede afirmar que los frutos presentan características aceptables hasta los 35 días de conservación, cuando se inicia la senescencia, con consecuencias diversas sobre la textura y las características organolépticas. De acuerdo con los resultados de SST y acidez debería acortarse el periodo de conservación en estas condiciones hasta 21 días, si se quiere mantener una buena calidad.

Por tanto, es evidente la ventaja, ya conocida en otros frutos, del empleo de la atmósfera modificada para la conservación de ciruela ‘Reina Claudia verde’, apuntando como imprescindible el acondicionamiento de los frutos en las bolsas de material plástico adecuado, desde la entrada de los frutos en la cámara de refrigeración hasta los 21 días para la obtención de una calidad elevada y los 35 días para la obtención de una calidad aceptable, tal como se ha verificado en la campaña 1.

III.3.3. Evolución de los frutos y análisis sensorial en la campaña 3

En la tercera campaña se llevó a cabo también el análisis sensorial de las ciruelas y por ese motivo se amplió el tiempo de conservación hasta 42 días, sabiendo ya de los trabajos realizados en campañas anteriores que ese tiempo de conservación es excesivo para mantener una buena calidad, pero se pretendía verificar si los catadores percibían los cambios finales.

A diferencia de las dos campañas anteriores en que los frutos fueron cosechados cuando alcanzaron la madurez comercial, en la tercera campaña se cosecharon con cerca de 23°Brix, maduración de consumo, con objeto de evaluar el comportamiento de los mismos durante el almacenamiento refrigerado con y sin película plástica.

III.3.3.1. Pérdida de peso

La pérdida de peso es evidentemente diferente cuando se conservan las ciruelas con o sin película. En los frutos sin película la pérdida de peso es mayor y más irregular que en los frutos envasados (Figura 3.54), lo que puede explicarse por la conjunción de los efectos de la refrigeración y del embalaje que permiten a los frutos envasados una entrada más rápida de los frutos en equilibrio osmótico con la atmósfera envolvente (Mir y Beaudry, 2004).

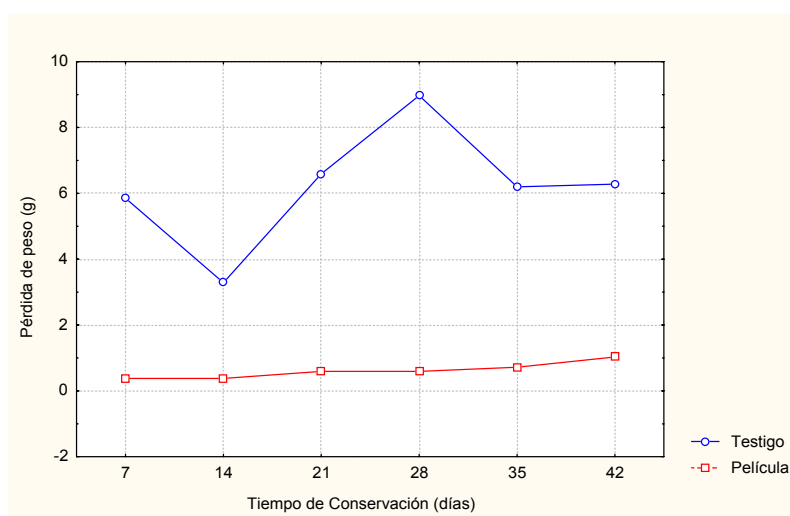


Figura 3.54: Evolución de las pérdidas de peso durante el almacenamiento

Para la pérdida de peso resultan significativos, los dos factores en estudio (“Tiempo de Conservación” y “Película”) y su interacción siendo el factor “Película” el que más contribuye a dichas diferencias ($F=482,31$) (Anexo II – Tabla 8).

En los frutos con película no se observan diferencias significativas a lo largo de la conservación (Tabla 3.51), aunque la pérdida de peso va siendo ligeramente creciente llegando al 1%, con valores de desviación estándar siempre inferiores a los observados en los frutos conservados sin película (Anexo I – Tabla 26). Este nivel de pérdida de peso es referido por Kluge *et al.* (1996) para ciruelas ‘Reubennel’ conservadas durante 42 días a 0° C y 90-95% de HR, que encuentran al final del almacenamiento una pérdida de peso de aproximadamente del 0,8% para los frutos envasados y del 4 y 5,5 % para los frutos no envasados semimaduros y verdes respectivamente. Niveles semejantes son referidos también por Crouch (1998) que utilizó una película también referida como P-Plus, con micro

perforación, en ciruelas de la cultivar ‘Laetitia’ y obtuvo pérdidas de peso de 0,6% y 5,9% para las envasadas y no envasadas respectivamente.

En la conservación sin película se encuentran diferencias altamente significativas (Anexo II – Tabla 8) entre las medias a lo largo de la conservación en frío, excepto para el periodo comprendido entre los 35 y los 42 días de conservación (Tabla 3.51).

Comparando las dos modalidades de conservación a lo largo del tiempo se encuentran diferencias entre las medias para el mismo tiempo de almacenamiento (Tabla 3.51). Dichos resultados confirman, una vez más, los efectos beneficiosos del empleo de atmósfera modificada en la pérdida de peso, como se ha comprobado en los ensayos de campañas anteriores. Kluge *et al.* (1999a), en investigación con ciruela cv. ‘Amarelinha,’ confirman la influencia significativa de la utilización de envase de polietileno en la reducción de las pérdidas de peso.

Tabla 3.51 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de conservación” de la pérdida de peso

Pérdida de peso (g)						
Tiempo (días)	7	14	21	28	35	42
Testigo	1,60aB	1,00aC	1,71aB	2,32aA	1,44aBC	1,60aB
Película	0,12bA	0,12bA	0,20bA	0,20bA	0,22bA	0,29bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

III.3.3.2. Color

El parámetro L^* tuvo un comportamiento semejante en las dos modalidades de conservación, con y sin “Película”, hasta los 28 días de almacenamiento (Figura 3.55). En los primeros 7 días de conservación los frutos presentan un comportamiento diferente, evolucionan en sentidos opuestos, las ciruelas testigo se vuelven ligeramente más oscuras que las envasadas con película.

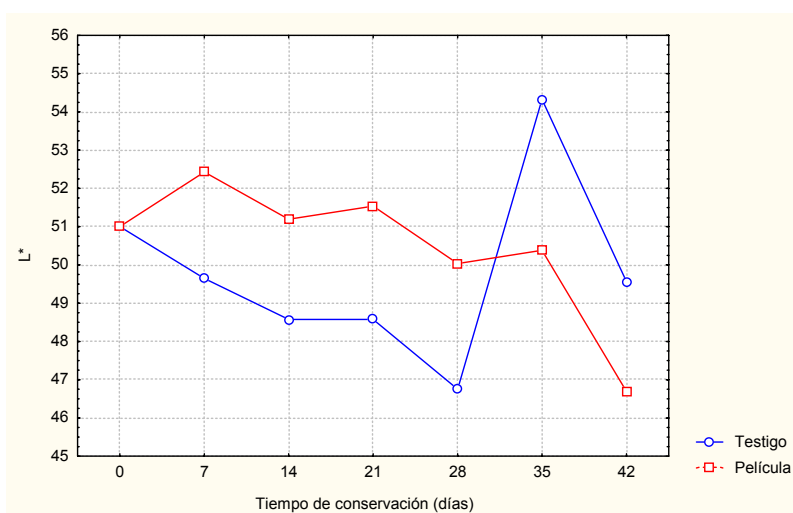


Figura 3.55: Evolución del parámetro L^* durante el almacenamiento

El comportamiento de las ciruelas respecto al parámetro a^* es semejante, aunque los frutos sin película muestran valores superiores en todos los días de análisis (Figura 3.56). Delwiche y Baumgardner (1985) y más tarde Tourjee *et al.* (1998) refieren la utilización de este parámetro de color como un buen índice de la maduración en melocotones.

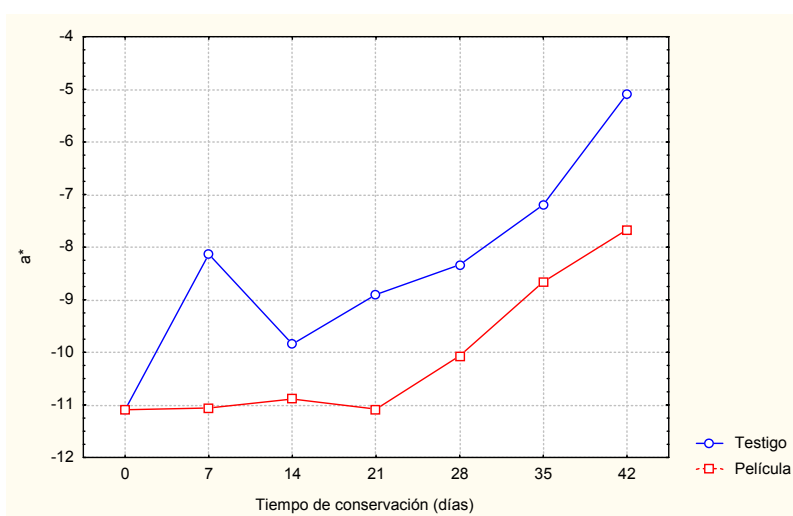


Figura 3.56: Evolución del parámetro a^* durante el almacenamiento

El color está ampliamente influenciado por los factores en estudio, en especial los parámetros L^* y a^* como demuestran las diferencias significativas encontradas en el análisis de varianza (Anexo II – Tabla 8). La interacción entre los factores es lo que más contribuye a las diferencias encontradas en L^* ($F=14,02$), mientras que para el parámetro a^* fue el factor

“Tiempo de Conservación” ($F=50,14$). En la Tabla 3.52 se muestra la comparación de medias para los parámetros L^* , a^* y b^* .

Tabla 3.52 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” x de los parámetros de color

Parámetro L^*							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	51,0aB	49,6bB	48,6bBC	48,6bBC	46,8bA	54,3aA	49,6aB
Película	51,0aA	52,4aA	51,2aA	51,5aA	50,0aA	50,4bA	46,7bB
Parámetro a^*							
Testigo	-11,09aC	-8,13aB	-9,84aBC	-8,90aB	-8,33aB	-7,19aB	-5,09bA
Película	-11,09aC	-106bC	-10,89aC	-11,08bC	-10,07aBC	-8,66aAB	-7,67aA
Parámetro b^*							
Testigo	28,67aA	27,66aAB	26,81aAB	24,44bB	24,28aB	29,74aA	26,71aAB
Película	28,67aA	30,65aA	29,06aA	28,68aA	26,84aAB	24,56bBC	20,77bC

NOTA: Para cada variable letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p<0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p<0,05$) entre días de análisis.

De acuerdo con la clasificación de color de Audubert y Chamboniere (1996), la evolución de las ciruelas sin película fue más rápida, presentando ciruelas predominantemente verdes sólo en el día de la cosecha, predominantemente amarillas entre los 7 y los 35 días de conservación y amarillas de los 35 a los 42 días. Las ciruelas almacenadas con película se podrían considerar predominantemente verdes hasta los 21 días, de los 28 a los 35 días predominantemente amarillas y amarillas solamente a los 42 días.

Este comportamiento evidencia una degradación más intensa de la clorofila en los frutos testigo, ya que en este tipo de conservación solamente ha existido restricción a la respiración por la acción del frío y, por el contrario, en la conservación con película además de la acción de la refrigeración ha tenido lugar un aumento progresivo de la concentración del CO_2 y una disminución del O_2 típico de la atmósfera modificada, lo que supone una doble restricción a la respiración y como consecuencia una maduración más lenta lo que implica una degradación de la clorofila también más lenta. Resultados semejantes fueron obtenidos por Crouch (1998) en ciruelas ‘Laetitia’, donde las ciruelas envasadas en película P-Plus exhibieron menos desarrollo del color después de 7 semanas en almacenamiento. También Ferrer *et al.* (2005)

atribuye el aumento de los valores del parámetro a^* de color en melocotones de la cultivar ‘Calanda’ a la pérdida de clorofila, ya que no contienen antocianos. La degradación de la clorofila puede ser inhibida cuando los frutos están en una atmósfera con bajos niveles de oxígeno y elevados de dióxido de carbono, favoreciendo el mantenimiento del color verde (Beaudry, 1999).

La coordenada a^* fue, una vez más, la que tiene una mejor correspondencia con la evolución del color de las ciruelas, ya que es la que presenta una clara relación con la disminución de los pigmentos verdes, confirmando lo que se ha venido comprobando a lo largo de este trabajo.

III.3.3.3. Parámetros reológicos

De un modo general, la resistencia de los frutos sigue la misma tendencia de descenso en las ciruelas de los dos tratamientos a lo largo de la conservación en frío, aunque dicha disminución es más rápida en los frutos testigo (sin película), con valores más bajos en todo el periodo de conservación (Figura 3.57). Ben y Gaweda (1992) encontraron una correlación negativa fuerte entre la firmeza de ciruelas ‘Wegierka Zwyczajna’ y la pérdida de peso, concluyendo que dicha pérdida se debía especialmente a pérdidas por transpiración siendo la razón principal de la pérdida de turgor de las células.

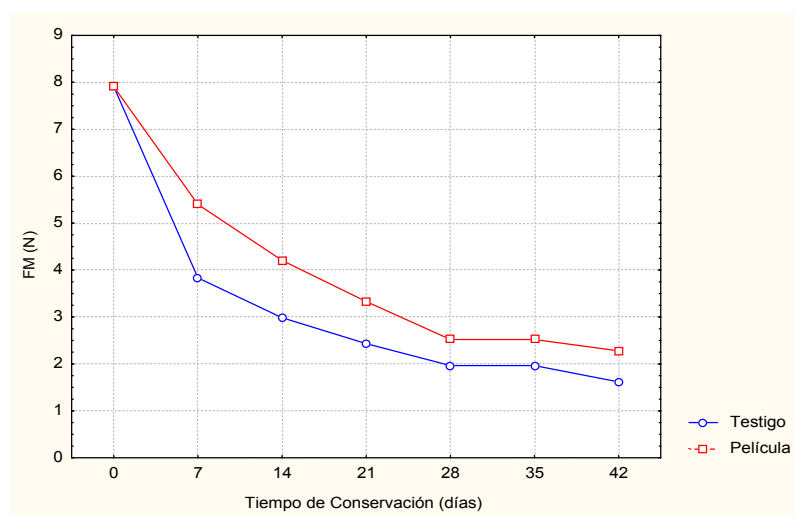


Figura 3.57: Evolución de la resistencia de la piel durante el almacenamiento

Para el análisis de penetración de la piel los dos factores en estudio (“Película”, “Tiempo de Conservación”) y su interacción fueron significativos ($p < 0,05$) (Anexo II – Tabla 8). El factor “Película” es el que más contribuye a dichas diferencias en el caso de la resistencia ($F = 150,40$) y de la pendiente de la curva ($F = 208,21$). Respecto a la deformación el que más contribuyó fue la interacción entre los dos factores ($F = 20,25$) (Anexo II – Tabla 8).

Se observa para la deformación de la piel, una tendencia general de aumento en los dos tratamientos (Figura 3.58). En los frutos sin película el valor máximo se alcanza antes que en los envasados con Pplus®. La pérdida de turgencia de los tejidos superficiales justifica este hecho, como ha sido afirmado Aguilheiro-Santos (2001) en melón.

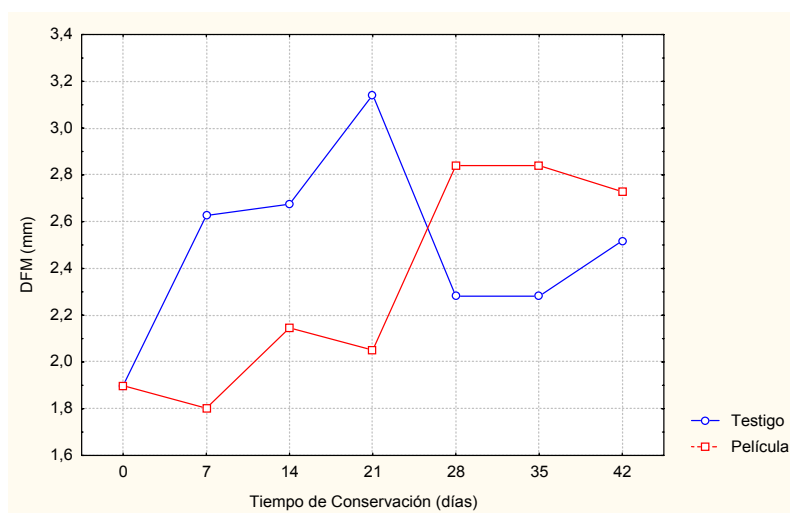


Figura 3.58: Evolución de la deformación de la piel durante el almacenamiento

Los valores de la pendiente de la curva de penetración de la piel muestran la evolución de la elasticidad de la piel de los frutos durante la conservación en frío. La utilización de la película P-plus® conjuntamente con la refrigeración atenúa la pérdida de resistencia de la piel durante los primeros 21 días de almacenamiento respecto a los frutos testigo (Figura 3.59). En la Tabla 3.53 se muestra el resultado de la comparación de medias de los parámetros de penetración de la piel.

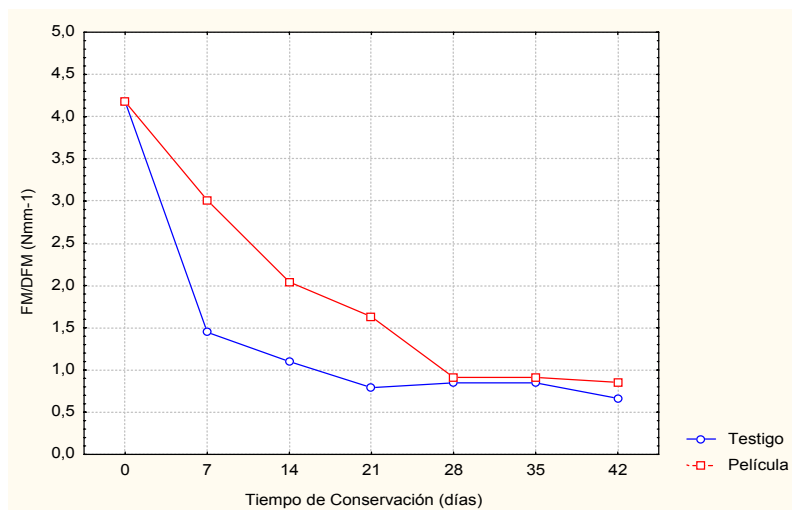


Figura 3.59: Evolución de la pendiente de la curva de penetración de la piel

Tabla 3.53 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” x de los parámetros reológicos de la piel

Resistencia (N)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	7,91aA	3,83bB	2,99bBC	2,43aC	1,97aC	1,97aC	1,62aC
Película	7,91aA	5,40aB	4,21aC	3,33aCD	2,52aD	2,52aD	2,28aD
Deformación (mm)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	1,90aC	2,63aB	2,67aAB	3,14aA	2,28bBC	2,28bBC	2,52aB
Película	1,90aB	1,80bB	2,15bB	2,05bB	2,84aA	2,84aA	2,73aA
Pendiente (Nmm ⁻¹)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	4,18aA	1,45bBC	1,10bC	0,79bC	0,85aC	0,85aC	0,66aC
Película	4,18aA	3,01aA	2,04aC	1,63aC	0,91aD	0,91aD	0,85aD

NOTA: Para cada variable letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

En la Figura 3.60 se observa una tendencia gradual de disminución de los valores medios de fuerza máxima de penetración de la pulpa (firmeza) de la pulpa como sucedía con la penetración de la piel. Los frutos testigo muestran un descenso brusco de firmeza en la primera semana de conservación. Según Rato (2003), la tasa máxima de ablandamiento para

las ciruelas ‘Reina Claudia verde’ cosechadas con maduración comercial tiene lugar en la primera semana de conservación. Los valores de firmeza de la pulpa en las ciruelas conservadas sin película (testigo) son siempre más bajos que los de las envasadas en Pplus® durante toda la conservación. También Crouch (1998) verificó que en ciruelas ‘Laetitia’ envasadas en P-Plus la pulpa se mantenía más firme que en las ciruelas testigo durante todo el período de almacenamiento.

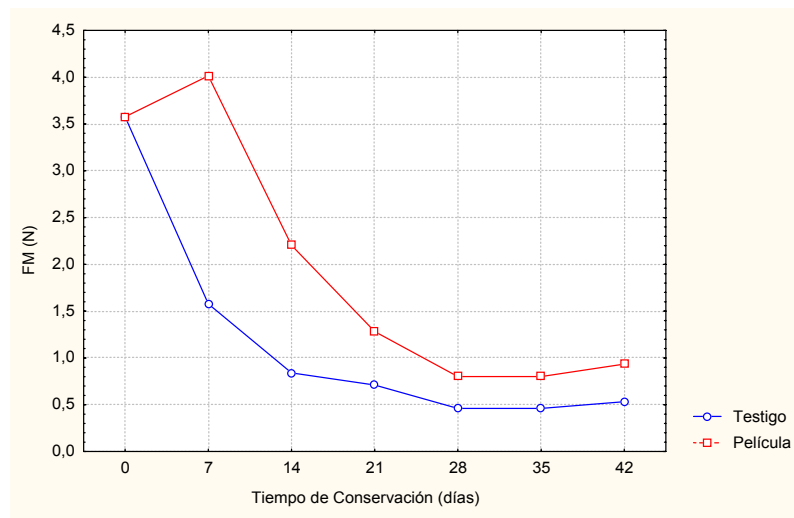


Figura 3.60: Evolución de la firmeza de la pulpa

Respecto a la pendiente de la curva de penetración de la pulpa (Figura 3.61) se observa un comportamiento similar al de la firmeza.

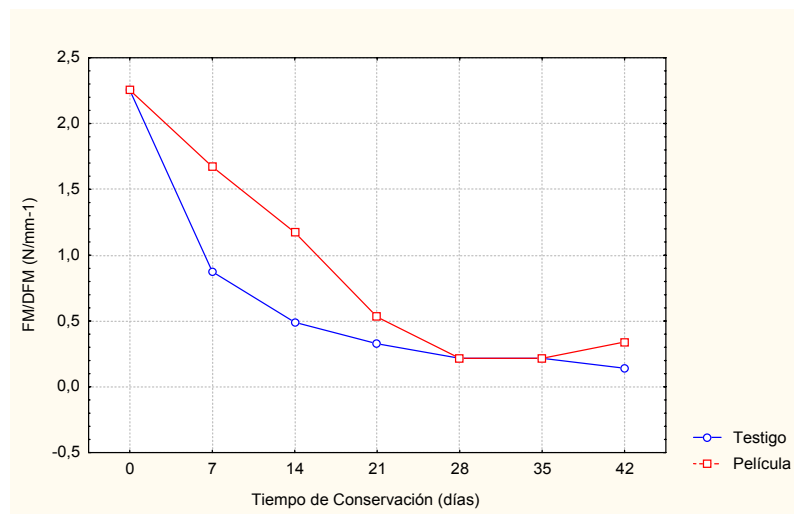


Figura 3.61: Evolución de la pendiente de la curva de penetración de la pulpa

Todos los dos factores en estudio (“Tiempo de Conservación”, “Película”) y su interacción resultaron ser significativos para las variables firmeza, deformación y pendiente de la curva de penetración de la pulpa. El factor “Película” es el que más contribuye a dichas diferencias, con $F = 80,40$, $F = 9,49$ y $F = 76,96$, respectivamente (Anexo II – Tabla 8).

En la Tabla 3.54 se muestra el resultado de la comparación múltiple de medias de los parámetros de penetración de la pulpa.

Tabla 3.54 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de los parámetros reológicos de la pulpa

Resistencia (N)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	3,58aA	1,58bB	0,84bBC	0,71aBC	0,46aC	0,46aC	0,53aC
Película	3,58aA	4,01aA	2,20aB	1,28aC	0,80aC	0,80aC	0,93aC

Deformación (mm)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	1,78aB	2,49aB	2,45aB	3,11aA	2,51bB	2,51bB	4,05aA
Película	1,78aB	2,65aB	2,38aB	3,09aAB	4,37aA	4,37aA	3,50aA

Pendiente (Nmm ⁻¹)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	2,25aA	0,87bB	0,49bBC	0,33aBC	0,22aC	0,22aC	0,14aC
Película	2,25aA	1,67aB	1,17aB	0,53aC	0,22aC	0,22aC	0,34aC

NOTA: Para cada variable letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Los resultados obtenidos en los análisis reológicos están de acuerdo con lo observado previamente. Agulheiro-Santos *et al.* (2005) refieren que la utilización de la película P-plus® mantiene mejor las propiedades texturales en ciruelas ‘Reina Claudia verde’. La maduración de ciruelas ‘Laetitia’ fue más lenta debido a la utilización de películas encontrándose que los frutos testigo se ablandaban antes (Crouch, 1998).

III.3.3.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable

Los niveles de SST en ambos tipos de conservación presentan un comportamiento irregular (Figura 3.62); los valores de los frutos conservados sin película son, en general, más elevados, debido a la mayor pérdida de peso de los mismos y en consecuencia a una mayor concentración de los sólidos solubles. En estos frutos conservados sin película la irregularidad de comportamiento es mucho más evidente, presentando a partir de los 21 días de conservación una disminución del contenido en SST hasta el final del ensayo, debido probablemente a la entrada en senescencia de los frutos e inicio de la fermentación

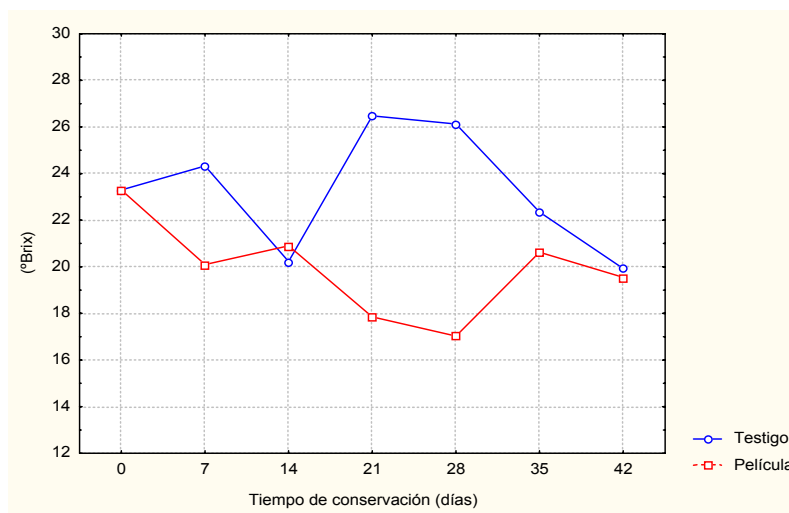


Figura 3.62: Evolución de los valores medios de los sólidos solubles totales a lo largo de la conservación

En la conservación de los frutos envasados, la concentración de los SST fue irregular pero con una tendencia general de disminución de los valores. Los frutos pierden menos cantidad de agua no habiendo un efecto de aumento de concentración. Los frutos comienzan antes el proceso de senescencia con un consumo de azúcares que baja el grado Brix. Kluge *et al.* (1999b) encontraron valores inferiores de SST en frutos envasados, del orden de 2°Brix, frente a los frutos testigo. Este hecho está relacionado con las mayores pérdidas de agua en estos frutos, como se ha comentado anteriormente.

En la Tabla 3.55 se puede ver las medias de los valores de SST y su comparación múltiple.

Tabla 3.55 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de los sólidos solubles totales

Sólidos solubles totales (° Brix)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	23,3aB	24,3aB	20,2aC	26,5aA	26,1aAB	22,4aBC	19,9aC
Película	23,3aA	20,1bB	20,9aB	17,9bC	17,0bC	20,6aB	19,6aBC

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Las variaciones de los valores encontrados para el porcentaje de ácido málico son muy pequeñas, no existiendo diferencias entre los dos tipos de conservación en estudio (Figura 3.63 y Tabla 3.56). El análisis de varianza (Anexo II – Tabla 8) revela como significativo el factor “Tiempo de Conservación” y también la interacción entre los factores en estudio.

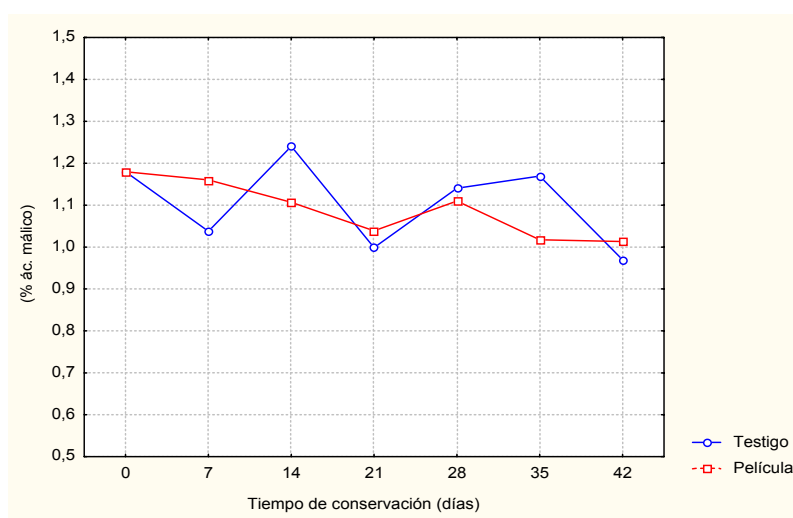


Figura 3.63: Evolución de los valores medios de acidez titulable

Los resultados están de acuerdo con lo esperado, una reducción gradual de los valores de acidez durante la conservación, ya que los ácidos orgánicos disminuyen a lo largo de la maduración puesto que son utilizados en la respiración o convertidos en azúcares. Por otro lado, parece ser que después de 21 días de conservación para el testigo y 7 días para los frutos con película, el tiempo transcurrido ya no influye mucho en los valores de acidez.

Tabla 3.56 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de la acidez

Acidez (% ác.málico)							
Tiempo (días)	0	7	14	21	28	35	42
Testigo	1,18aAB	1,04aB	1,24aA	1,00aAB	1,14aAB	1,17aAB	0,97aB
Película	1,18aA	1,16aB	1,11aB	1,04aB	1,09aB	1,02aB	1,01aB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Ferrer *et al.* (2005) utilizaron el índice SST/acidez como índice de maduración en la evolución de la maduración en melocotones de la cultivar ‘Calanda’ y verificaron para estos frutos una evolución lineal, triplicando su valor inicial en el final del ensayo. La razón entre los sólidos solubles totales y la acidez (Figura 3.64) confirma las diferencias de comportamiento entre los dos grupos de frutos.

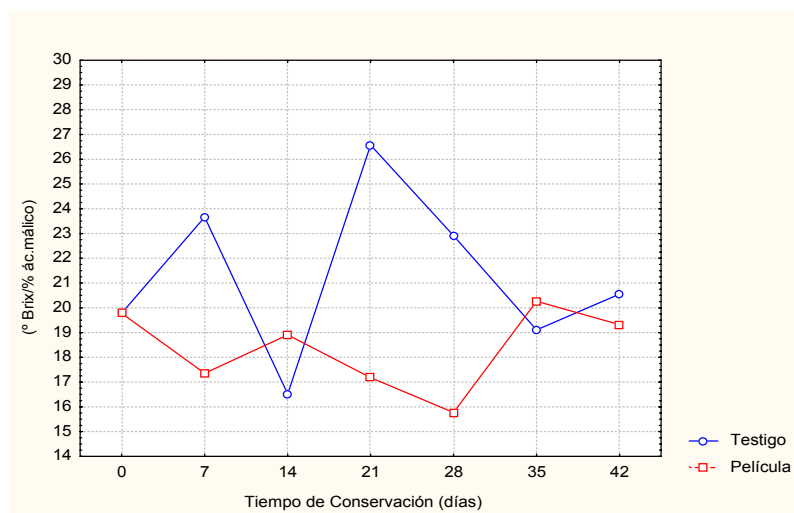


Figura 3.64: Valores medios del índice SST/ acidez

III.3.3.5. Evaluación Sensorial

La calidad sensorial es difícil de definir porque no solamente se relaciona con las propiedades o características del alimento sino que es el resultado de una interacción entre el alimento y el consumidor (Costell, 2002).

Harker *et al.* (2005) consideran que, a pesar de todos los trabajos ya efectuados, todavía existe la necesidad de encontrar unos análisis sensoriales descriptivos o modificar los existentes para que se puedan adaptar a la evaluación de la calidad durante la poscosecha de frutas y hortalizas. Crisosto *et al.* (2006a) consideran que es necesario llevar a cabo una clasificación sensorial de melocotones y nectarinas basada en la percepción organoléptica de acidez, sólidos solubles totales (SST) y *sabor/olor*, para que disminuya la insatisfacción general de los consumidores respecto a las características de *sabor* y *textura* de estos frutos. Para Mitcham (2006) hay necesidad de desarrollar estrategias para garantizar la disponibilidad de frutos y vegetales con una calidad constante y para Kenfield (2006) la calidad sólo puede definirse por la experiencia de consumo del consumidor.

Respecto a los resultados obtenidos en nuestro trabajo, el panel de catadores fue capaz de distinguir los frutos de los tipos de conservación (con y sin película) con el descriptor *evaluación global* (Anexo II – Tabla 9), evaluando mejor los frutos sin película a lo largo de todo el periodo de conservación, siempre con puntuaciones superiores a la mitad de la escala (Rechazable 1 hasta Excelente 9) (Figura 3.65). En los frutos envasados, solamente en el día 35 hay una evaluación ligeramente positiva.

El análisis de varianza (Anexo II – Tabla 9) refleja que para el descriptor *evaluación global* el factor “Película” es el único que resulta ser significativo.

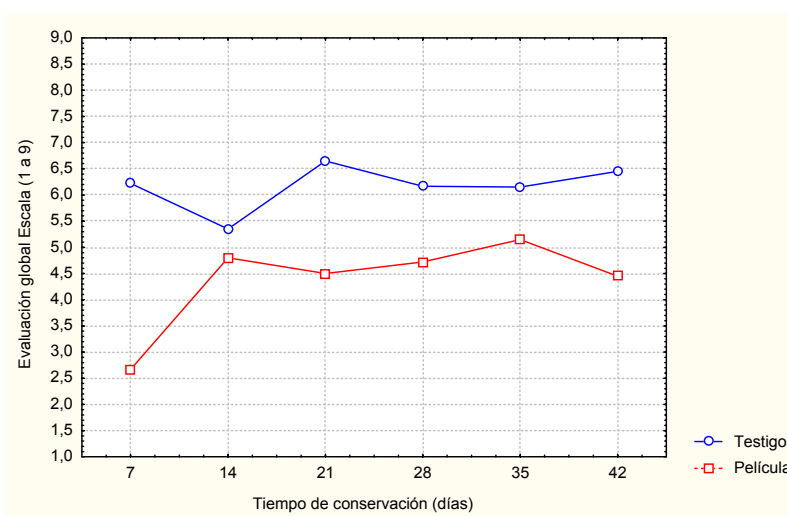


Figura 3.65: Evolución de los valores medios de la *evaluación global* durante la conservación

Para los atributos relacionados con la visión: *aspecto exterior*, *color de la piel* y *color de la pulpa* (Anexo II – Tabla 9), en el análisis de varianza efectuado, solamente se encontraron diferencias significativas para los atributos *color de la piel* y *color de la pulpa*, respecto al factor “Película” y en su interacción con el factor “Tiempo de Conservación”. El panel encontró diferencias de estos parámetros entre los frutos con y sin película a lo largo de la conservación. Para los frutos envasados, los catadores evaluaron de una forma semejante el *color de la piel* y de la *pulpa* (Figura 3.66), mientras que en los frutos testigo, a partir del los 28 días de conservación se observa una valoración diferente.

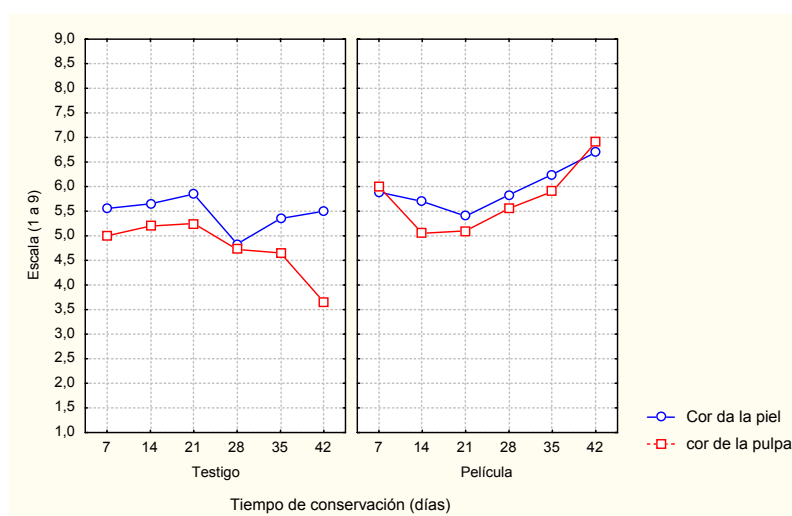


Figura 3.66: Evolución de los valores medios de las características visuales (*color de la piel* y *color de la pulpa*)

Para los atributos relacionados con el *sabor* y el *olor* es el factor “Película” el que más influencia tiene, ya que es el que más contribuye a las diferencias encontradas en el análisis de varianza, con valores de $F = 41,17$, $F = 20,52$ y $F = 40,79$ para el *dulzor*, el *ácido* y la relación *sabor/olor característico*, respectivamente (Anexo II – Tabla 9). Las puntuaciones obtenidas para *sabor/olor característico* en las ciruelas envasadas son inferiores a los de las envasadas. Beaudry (1999) refiere que los compuestos del aroma, que confieren el olor característico a los frutos, son generalmente suprimidos por bajos niveles de oxígeno en la atmósfera del envase, debido en parte a la acción del oxígeno en la producción de etileno y por su acción en los procesos oxidativos donde se incluye la respiración.

En la Figura 3.67 se puede observar la evolución del *dulzor*, la *acidez* y *sabor/olor característico* de ciruela durante el almacenamiento.

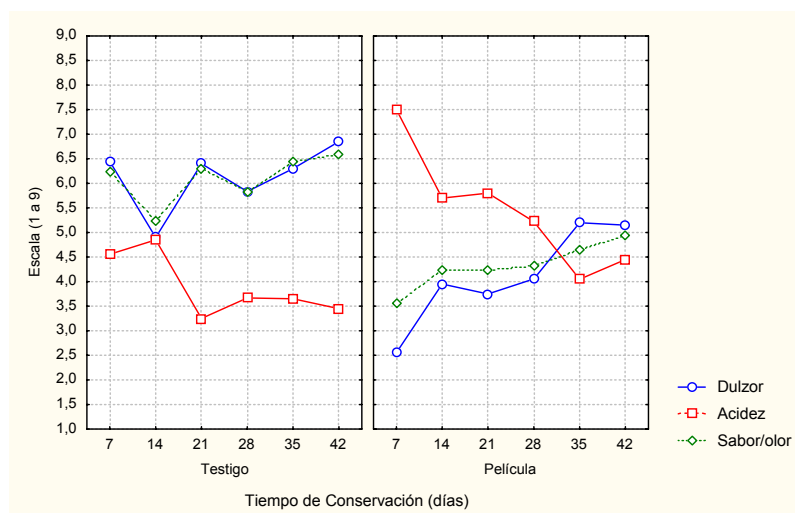


Figura 3.67: Evolución de los valores medios de *dulzor*, *acidez* y *sabor/olor* de la ciruela

El panel encontró un aumento del *dulzor* de las ciruelas a lo largo de la conservación (1 poco dulce a 9 muy dulce), que fue más evidente para la conservación con película, aunque los catadores siempre consideraron las ciruelas sin película más dulces, con puntuaciones entre 5 y 7 en todo el ensayo.

Los catadores percibieron una disminución de la *acidez* durante la conservación (1 poco ácido a 9 muy ácido), siendo más acusada para los frutos con película. En las ciruelas no envasadas los valores de acidez fueron siempre más bajos que en las envasadas.

Para los atributos *sabor* y *olor característico* de la fruta, el panel percibió diferencias entre los dos tipos de conservación, con un comportamiento muy semejante al *dulzor*. En las ciruelas no envasadas los valores son siempre superiores, aunque las envasadas con película presentan una tendencia de subida más evidente

En la Figura 3.68 se observa la evolución de los valores medios de los atributos *firmeza* y *suculencia*.

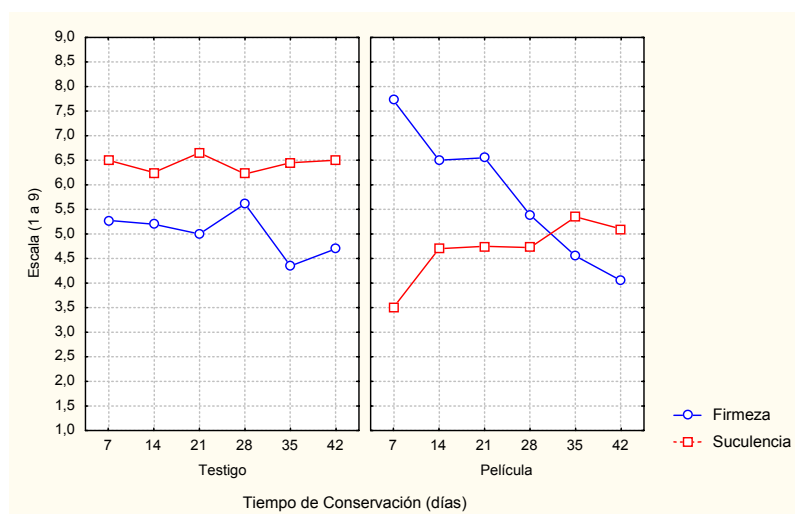


Figura 3.68: Evolución de los valores medios de parámetros de textura (*firmeza* y *sukulencia*)

Para el atributo *firmeza* (1 muy blanda a 9 muy dura), el panel encontró diferencias entre las dos modalidades de conservación, atribuyendo valores de *firmeza* más elevados a las ciruelas envasadas, aunque sus valores disminuyen de modo más acusado a lo largo de la conservación, alcanzando al final del ensayo valores ligeramente más bajos que en las ciruelas no envasadas. Fernández-Trujillo *et al.* (2001) en melocotones envasados en polipropileno, obtuvieron valores más bajos de firmeza en los frutos almacenados 5 días a 8°C y todavía más bajos después de 2 días a 15°C.

En cuanto a la *sukulencia* (1 muy seca a 9 muy succulenta), los valores son prácticamente constantes en las ciruelas testigo. Para las envasadas, los catadores apreciaron un ligero aumento de este atributo, aunque los valores alcanzados al final del almacenamiento nunca llegan a los de las ciruelas sin película (Figura 3.68).

El atributo *firmeza* es el único que presenta diferencias significativas para los dos factores en estudio y su interacción. En el atributo *sukulencia* sólo se encuentran diferencias significativas respecto al factor “Película” ($F = 62,66$) (Anexo II – Tabla 9).

En la Tabla 3.57 se puede observar que las diferencias significativas entre tratamientos sólo tienen lugar al comienzo de la conservación, a los 7 días, y puede ser debido a la elevada

pérdida de peso en los frutos testigo. Harker *et al.* (2005) en un estudio con manzanas, refiere que los catadores solo encontraron diferencias en la textura de las mismas cuando los valores de firmeza instrumental eran superiores a 5 o 6 N.

Tabla 3.57 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de la firmeza

<i>Firmeza</i>						
Tiempo (días)	7	14	21	28	35	42
Testigo	5,28bA	5,20aA	5,00aA	5,61aA	4,35aA	4,70aA
Película	7,72aA	6,50aAB	6,55aAB	5,39aB	4,55aB	4,05aB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

De los resultados del análisis sensorial descriptivo realizado se puede concluir que la utilización de la película P-plus® en la conservación de las ciruelas afecta a todos los atributos excepto al *aspecto exterior*, recibiendo los frutos conservados en esta película una calificación más baja, lo que se traduce en frutos con un color de la piel y de la pulpa más oscuro, menos dulces y más ácidos. El panel encontró también una relación inversa entre el *dulzor* y la *acidez* a lo largo de la conservación, confirmando los resultados obtenidos en el análisis instrumental.

III.3.3.6. Correlaciones entre los diferentes atributos sensoriales y la evaluación global

Se efectuaron correlaciones entre cada atributo sensorial, utilizando los valores medios, y la evaluación global con el objetivo de evaluar la contribución de cada uno de ellos (Tabla 3.58). Se consideró que valores de $r \geq 0,7$ corresponden a correlaciones altas entre parámetros (Auerswald *et al.*, 1999 y Adhikari *et al.*, 2003).

Tabla 3.58 – Correlación entre la evaluación global y los atributos estudiados

X = Evaluación global Y	r (X/Y)	p
<i>Aspecto exterior</i>	-0,16	0,625
<i>Color de la piel</i>	-0,42	0,173
<i>Color de la pulpa</i>	-0,64	0,025
<i>Dulzor</i>	0,93	0,000
<i>Ácido</i>	-0,91	0,000
<i>Sabor/olor</i>	0,92	0,000
<i>Firmeza</i>	-0,64	0,026
<i>Suculencia</i>	0,96	0,000

La evaluación global presenta una correlación positiva fuerte con la *suculencia*, el *dulzor* y el *sabor/olor* y una correlación negativa fuerte con el ácido (Tabla 3.58). Se puede afirmar que dichas características corresponden a los atributos que más influyen en la evaluación global atribuida por el panel de cata a los frutos evaluados. El *color de la pulpa* y la *firmeza* presentan valores de p inferiores a 0,05 pero sus coeficientes de correlación son inferiores al valor referido arriba. Rocha y Morais (2003) en manzanas cortadas, obtuvieron coeficientes de determinación (r^2) elevados (0,89 y 0,90) respecto a la correlación de la firmeza y del color con la evaluación global, respectivamente, aunque no significativos.

Las ecuaciones de las regresiones lineales entre los atributos que más contribuyen a la evaluación global permiten detallar la contribución de cada uno de ellos (Tabla 3.59).

Tabla 3.59 - Ecuaciones de la regresión lineal

Atributos	r	Ecuaciones
<i>Dulzor</i>	0,93	$1,1484 + 0,80629 * \text{Dulzor}$
<i>Ácido</i>	-0,91	$9,2169 - 0,8429 * \text{Ácido}$
<i>Sabor/olor</i>	0,92	$-0,0436 + 1,0185 * \text{Sabor/Olor}$
<i>Suculencia</i>	0,96	$-0,7458 + 1,0830 * \text{Suculencia}$

Los atributos que presentan correlaciones positivas elevadas con la *evaluación global*, *suculencia*, *dulzor*, *sabor* y *olor característico* de esta ciruela, son los que se relacionan de forma directa con la *evaluación global*, de modo que son consideradas excelentes las ciruelas más succulentas, las muy dulces y las de sabor/olor a ciruela más intenso. Castellari *et al.* (2001) estudiaron, durante dos campañas, la calidad sensorial de diversos cultivares de melocotones y nectarinas y concluyeron que los parámetros que mejor se correlacionan con la preferencia de los consumidores son el *dulzor*, el *olor* y la *suculencia*.

Para el atributo *ácido* existe una correlación negativa fuerte con la *evaluación global*, con valores altamente significativos, verificándose que la relación es inversa, o sea, ciruelas poco ácidas son las que obtienen mejores clasificaciones en la *evaluación global*, considerándose excelentes.

III.3.3.7. Correlaciones entre atributos sensoriales y parámetros instrumentales relacionados

Otro objetivo que se pretendía alcanzar con el análisis sensorial era estudiar la relación entre los atributos sensoriales que más contribuyen a la *evaluación global* y la propia *evaluación global* con los parámetros instrumentales relacionados. En la Tabla 3.60 se presentan las correlaciones entre dichos parámetros, así como las ecuaciones de las correspondientes regresiones lineales.

De una forma general, se puede ver que existen correlaciones fuertes (positivas y negativas) entre los parámetros sensoriales que más influenciaron en la *evaluación global* y los parámetros instrumentales.

Tabla 3.60 – Correlaciones entre los atributos sensoriales y los parámetros instrumentales relacionados y respectivas ecuaciones de la regresión lineal

<i>Correlación (Sensorial/Instrumental)</i>		<i>r</i>	<i>p</i>	<i>Ecuaciones</i>
Dulzor	parámetro a*	0,74	0,006	Dulzor = 12,653 + 0,873 * a*
	pH	0,76	0,005	Dulzor = 1,881 + 0,981 * pH
	Acidez	-0,71	0,010	Dulzor = 4,031 + 0,960 * Acidez
	Resistencia de la piel	-0,75	0,005	Dulzor = 7,921 – 0,948 * Resistencia
	Pendiente de la curva de la piel	-0,77	0,003	Dulzor = 3,944 + 0,950 * Pendiente
	Firmeza de la pulpa	-0,70	0,011	Dulzor = 6,208 – 0,947 * Firmeza
	Pendiente de la curva de la pulpa	-0,72	0,008	Dulzor = 6,345 – 2,230 * Pendiente
	Pérdida de peso	0,81	0,001	Dulzor = 3,958 + 0,340 * Pérdida de peso
Ácido	pH	-0,73	0,007	Ácido = 57,087 – 15,90 * pH
	Resistencia de la piel	0,88	0,000	Ácido = -0,624 + 0,980 * Resistencia
	Pendiente de la curva de la piel	0,90	0,000	Ácido = 2,448 + 1,795 * Pendiente
	Firmeza de la pulpa	0,86	0,000	Ácido = 3,433 + 1,081 * Firmeza
	Pendiente de la curva de la pulpa	0,89	0,000	Ácido = 3,270 + 2,557 * Pendiente
Sabor/olor	Parámetro a*	0,74	0,006	Sabor/Olor = 9,640 + 0,512 * Parámetro a*
	Resistencia de la piel	-0,70	0,011	Sabor/Olor = 7,290 – 0,70 * Resistencia
	Pendiente de la curva de la piel	-0,71	0,010	Sabor/Olor = 6,70 – 1,190 * Pendiente
	Pérdida de peso	0,89	0,000	Sabor/Olor = 4,229 + 0,291 * Perdida de peso
Firmeza	Resistencia de la piel	0,79	0,002	Firmeza = 3,048 + 0,797 * Resistencia
	Pendiente de la curva de la piel	0,80	0,002	Firmeza = 3,701 + 1,373 Pendiente
	Firmeza de la pulpa	0,82	0,001	Firmeza = 4,392 + 0,881 * Firmeza
	Pendiente de la curva de la pulpa	0,84	0,001	Firmeza = 4,263 + 2,079 * Pendiente
Suculencia	Resistencia de la piel	-0,71	0,010	Suculencia = 7,595 – 0,688 * Resistencia
	Pendiente de la curva de la piel	-0,78	0,003	Suculencia = 7,145 – 1,277 * Firmeza
	Firmeza de la pulpa	-0,71	0,009	Suculencia = 6,405 – 0,734 * Firmeza
	Pendiente de la curva de la pulpa	-0,70	0,012	Suculencia = 6,465 – 1,645 * Pendiente
	Pérdida de peso	0,84	0,001	Suculencia = 4,640 * 0,269 * Pérdida de peso
Evaluación global	Resistencia de la piel	-0,74	0,006	Ev. Global = 7,669 – 0,809 * Resistencia
	Pendiente de la curva de la piel	-0,82	0,001	Ev. Global = 7,175 – 1,530 * Pendiente
	Firmeza de la pulpa	-0,76	0,004	Ev. Global = 6,288 – 0,880 * Firmeza
	Pendiente de la curva de la pulpa	-0,73	0,007	Ev. Global = 6,354 – 1,961 * Pendiente
	Perdida de peso	0,83	0,001	Ev. Global = 4,258 + 0,298 * Pérdida de peso

Hoehn *et al.* (2004) también llevaron a cabo distintos estudios con ciruela ‘Cacaks Beauty’ y confirmaron que la aceptabilidad se puede predecir por medidas instrumentales de los sólidos solubles totales (SST), acidez titulable y firmeza de las ciruelas. Son factores importantes para determinar la calidad de los frutos. La acidez y la firmeza dependen del estado de maduración en la cosecha. Cuando los frutos son cosechados antes de su maduración fisiológica no van a alcanzar la calificación esperada, la fecha de maduración es esencial para obtener los mejores resultados. La calidad de melocotones en el momento de su consumo depende también del estado de maduración en la cosecha (Ruiz-Altisent *et al.*, 2006). Wolf *et al.* (2003) en melocotones, ciruelas y nectarinas, confirman la importancia del estado de maduración en la decisión de compra de los consumidores. Kenfield (2006) considera que la madurez es la clave para la competitividad.

En el presente estudio también se verifica que el estado de maduración es determinante. El *dulzor* presenta una correlación positiva fuerte con los parámetros instrumentales que caracterizan el estado de maduración: parámetro a^* de color, pH, acidez titulable y pérdida de peso y una correlación negativa fuerte con los parámetros que evalúan la textura, ya que la maduración conduce al ablandamiento de los frutos (Tabla 3.60).

No se ha encontrado una correlación fuerte entre el *dulzor* y los SST, como sería de esperar. También Crisosto *et al.* (2006a), en estudios llevados a cabo con melocotones y nectarinas, refieren que el hecho de no existir una correlación fuerte entre los SST y el *dulzor* sensorial supone que otros atributos de la calidad, como la acidez, sabores y olores, están también involucrados en la sensación de *dulzor*.

Respecto al atributo *ácido* su comportamiento es complementario, con una correlación negativa fuerte con el pH y positiva fuerte con la textura, ya que cuanto más inmaduros están los frutos más elevada es su acidez. Estudios efectuados en manzanas refieren la acidez titulable como el parámetro que mejor predice el sabor ácido, con un coeficiente de correlación de 0,86 (Harker *et al.*, 2002c). También Crisosto *et al.* (2006a) encontraron una correlación positiva fuerte, de 0,86 y 0,90, entre la acidez titulable y el sabor ácido de nectarinas y melocotones respectivamente.

Curiosamente la evaluación del *sabor/olor a ciruela* se manifiesta inversamente correlacionada con los parámetros reológicos de la piel, existiendo una correlación positiva fuerte con la pérdida de peso y el parámetro a^* , tal como sucedía con el atributo *dulzor*. Para profundizar en este hecho se estudió la correlación entre el atributo *dulzor* y el *sabor/olor a fruta*, y se observó una correlación positiva muy fuerte de 0,97 (Figura 3.69). Así se puede concluir que no hay necesidad de utilizar los dos atributos en la misma hoja de cata.

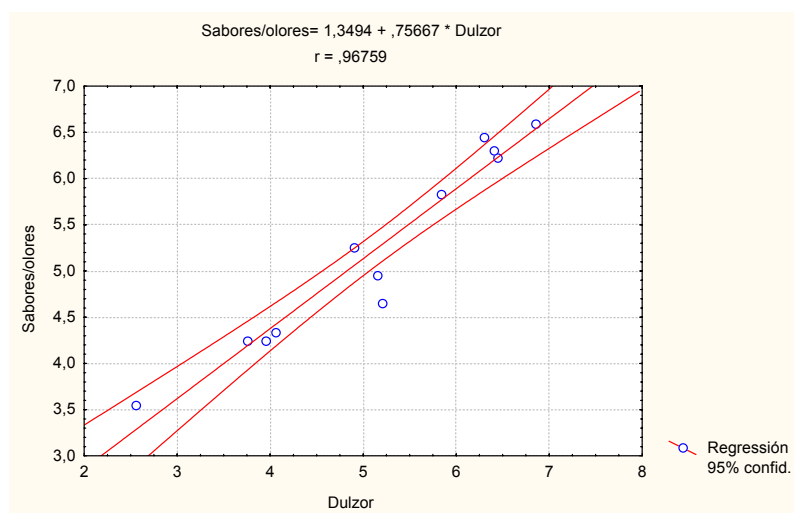


Figura 3.69: Correlación entre el atributo *sabor/olor* y el *dulzor*

El análisis sensorial llevado a cabo por el panel es altamente fiable para la evaluación de la textura de los frutos, ya que se encuentran correlaciones fuertes entre la evaluación sensorial de la *firmeza* y de la *suculencia* con los valores instrumentales de firmeza y pendiente de penetración de la piel y de la pulpa. Mehinagic *et al.* (2004) en manzanas obtuvieron resultados semejantes entre los atributos sensoriales de textura (crujiente (primeras dos dentadas) y resistencia en la boca) y la pendiente de la curva de penetración de la pulpa y de la piel, con coeficientes de determinación (r^2) de 0,87 (crujiente) y 0,89 y 0,92 (resistencia en la boca).

En los frutos más maduros la estructura de los tejidos se presenta dispersa, blanda y con una matriz parcialmente solubilizada, esos frutos presentaron pérdidas de peso más elevadas y también valores más bajos de textura de la piel y de la pulpa. Los catadores percibieron una estructura menos resistente a la masticación y notaron con más facilidad el contenido protoplasmático de los frutos, por lo que, quizá de forma errónea, los valoraron como más

suculentos. Redgwell y Fischer (2002) refieren este hecho como el principal factor crítico en la percepción de la textura de los frutos.

La evaluación global depende de la textura de los frutos, así cuanto más blando es el fruto más agrada a los catadores. Crisosto *et al.* (2004a), en ciruelas 'Blackamber', verificaron que la aceptación por el consumidor o el grado o el tiempo de vida útil fue significativamente más elevado en las ciruelas que presentaban una firmeza de la pulpa inferior a 13,3N.

Considerando los resultados de las correlaciones obtenidos los parámetros instrumentales seleccionados han sido: pérdida de peso, pendiente de la curva de penetración de la piel y firmeza de la pulpa. Respecto a la pérdida de peso se apunta su carácter no destructivo que lo hace muy aconsejable y muy práctico comercialmente. Presenta una correlación positiva fuerte, siendo la más elevada en la mayoría de los casos, con los atributos sensoriales elegidos. A partir de los valores de pérdida de peso se pueden calcular los valores de *evaluación global* utilizando la fórmula:

$$evaluación\ global = 4,2584 + 0,29798 * \text{Pérdida de peso}$$

La pendiente de la curva y la resistencia de la piel son los parámetros instrumentales que siempre están correlacionados con los atributos sensoriales. La pendiente presenta coeficientes de correlación más elevados y su correlación con la *evaluación global* se puede calcular utilizando la fórmula:

$$evaluación\ global = 7,1752 - 1,530 * \text{Pendiente de la curva de la piel}$$

La Firmeza de la pulpa, considerado como el parámetro más utilizado, también presenta valores de coeficiente de correlación muy elevados y su correlación con la *evaluación global* puede calcularse utilizando la fórmula:

$$evaluación\ global = 6,2877 - 0,8800 * \text{Firmeza de la pulpa}$$

Estudios llevados a cabo por Alavoine *et al.* (1990) indican como mejor método para predecir el sabor de los frutos un contenido mínimo en SST, la acidez y la firmeza o el índice entre los SST y la acidez. Para ellos la maduración no es suficiente, además es necesario frutos bien desarrollados y con un color característico.

Según los resultados obtenidos se puede decir que el *sabor/olor* característico de estas ciruelas fue influenciado negativamente por la utilización de la película P-Plus®. El panel encontró una mejora en este atributo durante el almacenamiento aunque los resultados fueron siempre inferiores en los frutos envasados. Respecto a la *firmeza* el panel de cata atribuyó valores superiores a los frutos envasados en el inicio del almacenamiento, manifestando una acentuada pérdida a lo largo de la conservación. Por el contrario, los frutos testigo mantuvieron valores de *firmeza* siempre más bajos sin disminución.

El panel de cata identificó menor *suculencia* en las ciruelas envasadas, a pesar de verificarse un aumento a lo largo de la conservación. En las no envasadas, la *suculencia* fue siempre superior sin presentar grandes variaciones.

En general, y de acuerdo con lo que se ha comentado, la evaluación sensorial penaliza los frutos envasados en P-Plus® frente a los frutos testigo.

Es importante referir que los catadores nunca utilizaran los valores extremos de la escala, esto se puede deber a una gran dificultad de los catadores en clasificaren las ciruelas ya que no existe ningún estándar de comparación y, en caso de duda o indecisión se recurre a los valores intermedios.

Las ciruelas mejor evaluadas son las que presentan mucha *suculencia*, elevado *dulzor* e intensidad de *sabor/olor* característicos y baja acidez.

Respecto a la relación entre los datos sensoriales e instrumentales, el panel demostró una gran sensibilidad para relacionar los atributos sensoriales, concretamente *dulzor*, *ácido*, *sabor/olor*, *firmeza* y *suculencia*, con los parámetros reológicos, así como con la pérdida de peso y en algunos casos con el parámetro a^* de color.

Parece posible poder predecir a partir de un análisis instrumental reológico, la *suculencia* y la *firmeza* de los frutos, utilizando el análisis de penetración de la pulpa para predecir la *suculencia* y el de penetración de la piel para predecir la *firmeza*. Además, los resultados del parámetro a^* de color, y más específicamente de la pérdida de peso, también se pueden considerar válidos para predecir el *dulzor* y el *sabor/olor*.

Los atributos sensoriales que más influyen sobre la evaluación global: *dulzor*, *ácido*, *suculencia* y *sabor/olor* son también los más relacionados con las evaluaciones instrumentales y específicamente las evaluaciones reológicas.

De forma indirecta se podrá predecir la evaluación de calidad de los frutos desde el punto de vista sensorial a partir de las evaluaciones instrumentales.

III.4. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FRUTOS DURANTE LA VIDA ÚTIL (COMERCIAL)

En este experimento se mantuvieron las ciruelas a temperatura ambiente (aproximadamente 20°C) después del almacenamiento refrigerado durante un determinado número de días, dependiendo de la campaña.

Para estudiar el comportamiento de las ciruelas ‘Reina Claudia verde’ durante la vida útil sólo se discutirán algunos de los parámetros evaluados, aquellos que en la discusión de los objetivos anteriores han demostrado ser los mejores indicadores de los cambios que tienen lugar durante la poscosecha de estos frutos: pérdida de peso, parámetro a^* de color, los parámetros reológicos resistencia de la piel y firmeza de la pulpa y los parámetros químicos sólidos solubles totales y acidez. En la campaña 1 se presentan los resultados de la pendiente de la curva de punción de la piel y no los de fuerza máxima de punción. Como ya se ha comentado previamente, en esa campaña se empleó una sonda de aguja para evaluar la resistencia de la piel y estos datos no son comparables con los de las dos siguientes campañas, en que se empleó una sonda de 2 mm de diámetro.

III.4.1. Estudio de la vida útil de los frutos en la campaña 1

III.4.1.1. Pérdida de peso

Se puede decir que los frutos pierden más peso durante la vida útil cuanto más tiempo han estado almacenados en refrigeración, o sea, los frutos retirados de la cámara después de 42 días y colocados a la temperatura ambiente pierden más peso que los frutos almacenados durante 28 o 14 días (Figura 3.70). Esto es válido para las dos temperaturas de refrigeración, con excepción del día 28 a la temperatura de 2°C ya que los frutos de Maduración 2 con 8 días de vida útil perdieron más peso que a los 12 días. Guillén *et al.* (2005), encontraron pérdidas del 3 al 4 % en ciruelas almacenadas durante 14 y 21 días a 1°C seguido de 4 días a temperatura ambiente (20°C), valores más bajos que los obtenidos en este estudio (cerca del 10%).

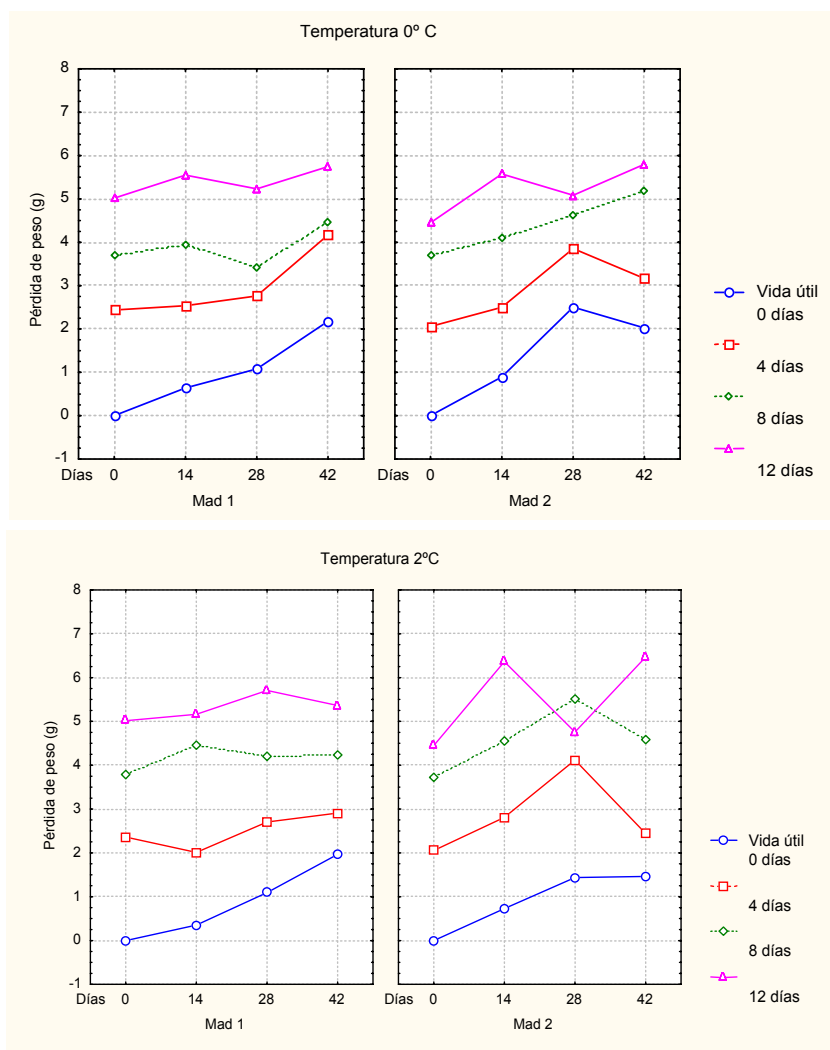


Figura 3.70: Evolución de las pérdidas de peso de los frutos durante la vida útil

Los frutos de Maduración 1 (Mad 1) muestran un comportamiento más regular a lo largo de la conservación que los de Maduración 2 (Mad 2), para las dos temperaturas, en especial a 2°C. Los factores “Maduración”, “Tiempo de Conservación” y “Vida útil” son significativos ($p < 0,05$), siendo el factor “Vida útil” el más significativo con un elevado valor de F (801,56) (Anexo II – Tabla 10).

En la Tabla 3.61 se muestra la comparación de medias de la interacción “Tiempo de Conservación” x “Maduración”, observándose diferencias significativas a lo largo del almacenamiento refrigerado para los dos grados de maduración.

Tabla 3.61 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Maduración” de la pérdida de peso

Pérdida de peso (g)				
Días	0	14	28	42
Maduración 1	2,79aC	3,08aBC	3,27bB	3,88aA
Maduración 2	2,55aC	3,44aB	3,99aA	3,89aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

En la Tabla 3.62 se muestra la interacción significativa “Vida útil” x “Temperatura”, no existiendo diferencias significativas entre las dos temperaturas de conservación, mientras que sí existen a lo largo de la vida útil para las dos temperaturas.

Tabla 3.62 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Vida útil” x “Temperatura” de la pérdida de peso

Pérdida de peso (g)				
Vida útil	0	4	8	12
Temperatura 0° C	1,17aD	2,94aC	4,15aB	5,31aA
Temperatura 2° C	0,88aD	2,68aC	4,38aB	5,41aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

En la Tabla 3.63 se presenta la comparación de medias de la interacción significativa “Vida útil” x “Tiempo de Conservación”. Si evaluamos la influencia de la vida útil para cada uno de los días de conservación observamos diferencias significativas entre ellos, confirmando el gran peso del factor “Vida útil” en este estudio. Si se evalúa la influencia del tiempo de conservación para cada día de vida útil se observa que cuanto mayor es el tiempo de almacenamiento refrigerado mayores son las pérdidas de peso, reduciéndose las diferencias significativas entre tratamientos. Plich y Michalczyk (1999) obtienen también mayores pérdidas de peso en ciruelas de la cultivar ‘Stanley’ entre los 14 días de almacenamiento refrigerado (1°C y 4°C) y los 3 o 7 días, así como en las ciruelas a temperatura ambiente (24°C) después de 3, 7 o 14 días.

Tabla 3.63 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Vida útil” x “Tiempo de Conservación” de la pérdida de peso

Pérdida de peso (g)				
Días \	0	4	8	12
0	0,00cD	2,23bC	3,73bB	4,73bA
14	0,65bD	2,46bC	4,27abB	5,66abA
28	1,53aD	3,36aC	4,44aB	5,19bA
42	1,91aD	3,17aC	4,63aB	5,84aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

La interacción significativa “Tiempo de Conservación” x “Temperatura” se muestra en la Tabla 3.64. Sólo en el día 42 de conservación existen diferencias significativas entre las dos temperaturas de conservación.

Tabla 3.64 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Temperatura” de la pérdida de peso

Pérdida de peso (g)				
Días \	0	14	28	42
Temperatura 0° C	2,67aC	3,22aB	3,57aB	4,09aA
Temperatura 2° C	2,67aB	3,30aA	3,69aA	3,68bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

III.4.1.2 Color

La figura 3.71 muestra la variación de las medias del parámetro a^* durante la vida útil. De un modo general, se puede ver una subida de los valores medios a medida que aumenta el tiempo de conservación a temperatura ambiente. Esto se debe a una disminución de los tonos verdes y a una subida de los rojos, que es característica de estos frutos a lo largo la maduración, debido a la degradación de la clorofila y al desarrollo de los pigmentos que se forman y surgen en las reacciones de decoloración (Romojaro y Riquelme, 1994; López y Rodríguez, 2000). También podemos decir que los valores de a^* son más elevados, en

cualquier día de análisis, para el grado de maduración 2 independientemente de la temperatura de almacenamiento.

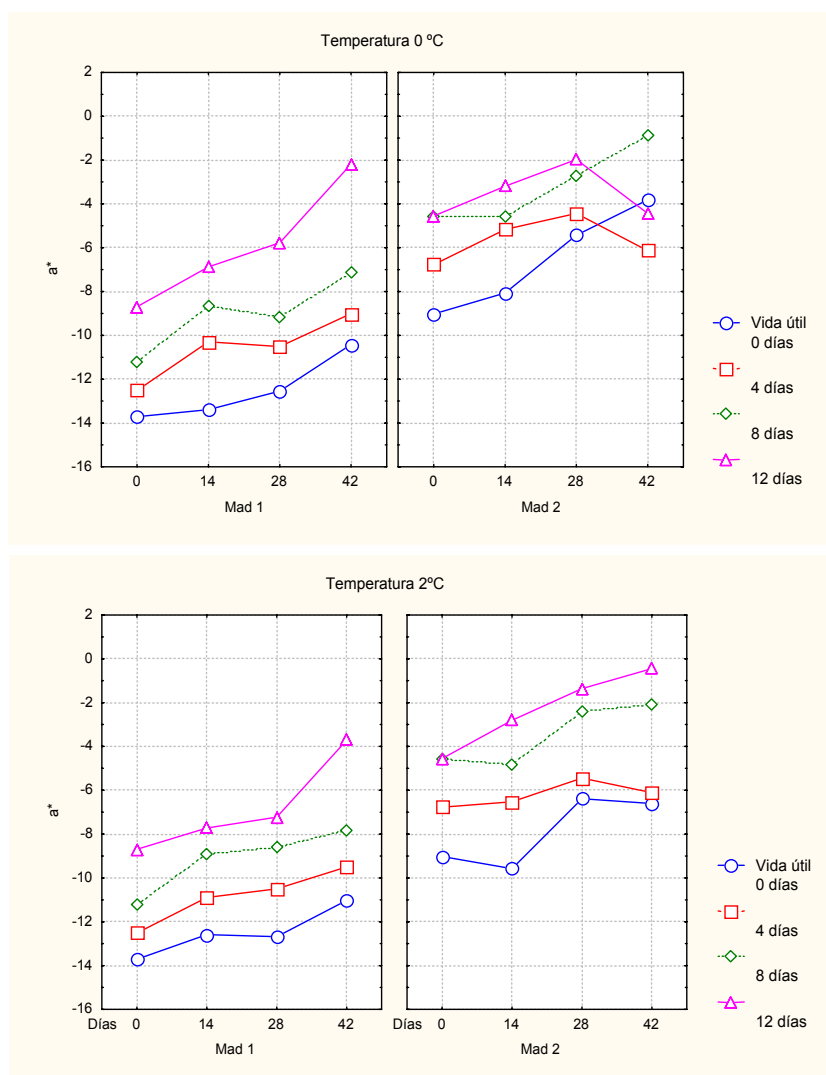


Figura 3.71: Evolución del parámetro a^* de color durante la vida útil

Los factores en estudio “Maduración” ($F = 689,50$), “Tiempo de Conservación” ($F = 55,12$) y “Vida útil” ($F = 159,28$) resultaron significativos ($p < 0,05$), pero no así el factor “Temperatura” (Anexo II – Tabla 10). Sólo son significativas las interacciones entre los factores “Maduración” x “Tiempo de Conservación” (Tabla 3.65) y “Maduración” x “Vida útil” (Tabla 3.66).

A lo largo del almacenamiento refrigerado los valores de a^* para los dos grados de maduración son significativamente diferentes, siendo superiores en valor absoluto para

Maduración 1 (Tabla 3.65), lo que confirma la importancia de este parámetro para distinguir entre estados de maduración (Delwiche y Baumgardner, 1983; Audubert y Chambonniere, 1996; Tourjee *et al.*, 1998; Agulheiro-Santos y Pacheco-Ribeiro, 1998).

Tabla 3.65 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Maduración” del parámetro a*

Parámetro de color a*				
Días	0	14	28	42
Maduración 1	-11,53bC	-9,92bB	-9,62bB	-7,60bA
Maduración 2	-6,23aB	-5,59aB	-3,82aA	-3,84aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Respecto a la interacción “Maduración” y “Vida útil” (Tabla 3.64), el factor “Maduración” tiene un efecto elevado ya que los valores de a* difieren significativamente, siendo muy distintos para Maduración 1 y Maduración 2.

Tabla 3.66 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Vida útil” y “Maduración” del parámetro a*

Parámetro a*				
Vida útil	0	4	8	12
Maduración 1	-12,51bD	-10,71bC	-9,09bB	-6,36bA
Maduración 2	-7,27aC	-5,92aB	-3,37aA	-2,91aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Los resultados obtenidos están de acuerdo con Crisosto (1994), que refiere el parámetro a* como un buen indicador de los cambios en ciruelas, melocotones y nectarinas y consecuentemente de su madurez y evolución, ya que está íntimamente relacionado con el grado de maduración, el tiempo de conservación y el tiempo de vida útil. Gil *et al.* (2002) utilizaron el parámetro a*, entre otros, para caracterizar diferentes cultivares de nectarinas, melocotones y ciruelas.

III.4.1.3. Parámetros reológicos

En la Figura 3.72 se muestra la evolución de la pendiente de la curva de punción de la piel durante la vida útil. Es evidente la influencia negativa que tiene sobre este parámetro reológico el tiempo de vida útil. Como se ha verificado en los resultados obtenidos en el objetivo 2 de este trabajo (Conservación en frío), a medida que los frutos van perdiendo turgencia va aumentando la distancia a la que se alcanza el valor de fuerza máxima, por lo que la curva se hace más aplastada y disminuyen los valores de la pendiente de la misma.

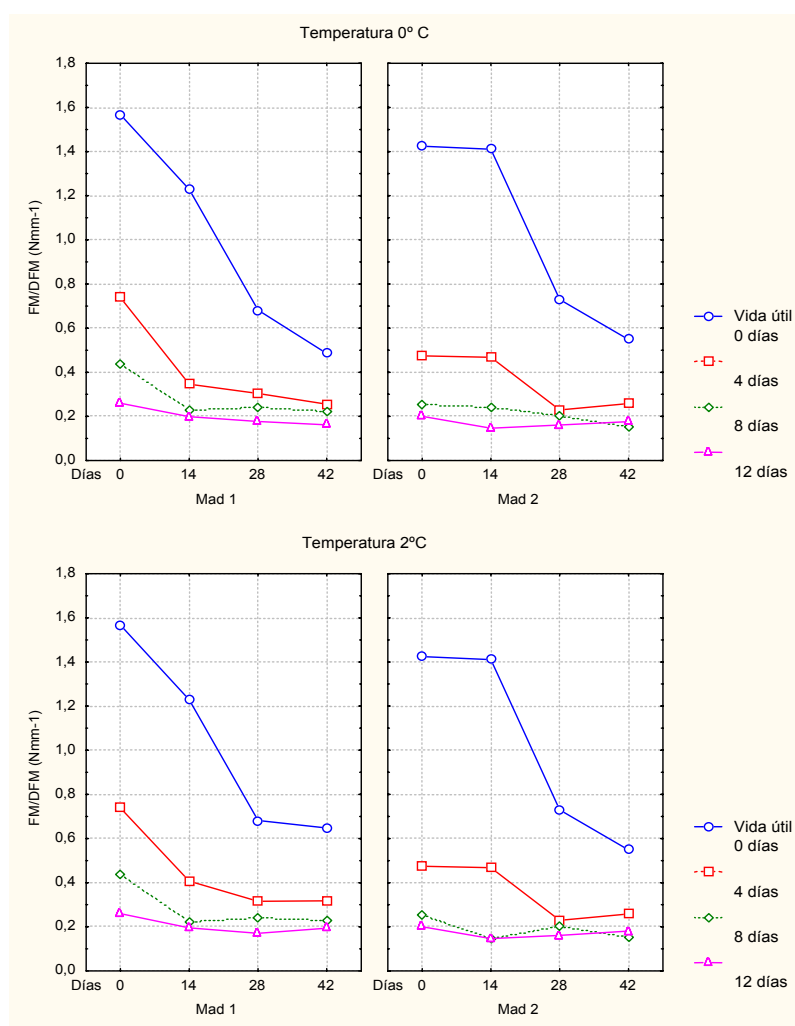


Figura 3.72: Evolución de la pendiente de la curva de punción de la piel durante la vida útil

Los factores “Maduración”, “Tiempo de Conservación” y “Vida útil” son altamente significativos, con valores de F elevados especialmente los dos últimos, 644,58 y 3194,0 respectivamente (Anexo II – Tabla 10). Una vez más el factor “Temperatura” no es

significativo. También son significativas las interacciones “Maduración” x “Vida útil” y “Tiempo de Conservación” x “Vida útil”, que se muestran en las Tablas 3.67 y 3.68. Las diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los dos grados de maduración se dan a los 4 y 8 días de vida útil y el factor “Vida útil” es significativo para cada uno de los grados de maduración (Tabla 3.67). El efecto del factor “Vida útil” es evidente también a lo largo de la conservación en frío (Tabla 3.68).

Tabla 3.67 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Vida útil” x “Maduración” de la pendiente de la curva de punción de la piel

Pendiente (Nmm^{-1})				
Vida útil \	0	4	8	12
Maduración 1	1,01aA	0,43aB	0,28aC	0,20aD
Maduración 2	1,03aA	0,36bB	0,20bC	0,17aC

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

Tabla 3.68 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Vida útil” x “Tiempo de Conservación” de la pendiente de la curva de punción de la piel

Pendiente (Nmm^{-1})				
Vida útil \ Días	0	4	8	12
0	1,50aA	0,61aB	0,35aC	0,23aD
14	1,32bA	0,42bB	0,21bC	0,17aC
28	0,71cA	0,27cB	0,22bBC	0,17aC
42	0,56dA	0,27cB	0,19bBC	0,18aC

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

A la vista de los resultados de punción de la piel se puede concluir que el tiempo de vida útil a temperatura ambiente no debe ser superior a cuatro días, independientemente del tiempo que los frutos hayan estado refrigerados.

En la Figura 3.73 aparecen los resultados de fuerza máxima de penetración de la pulpa (firmeza) de las ciruelas durante su vida útil. Se puede comprobar que la “Temperatura” no tiene ninguna influencia sobre el comportamiento de los frutos. Durante el periodo de vida útil la firmeza de la pulpa disminuye considerablemente. Para los frutos con Maduración 2 esa disminución se manifiesta desde el inicio. Los frutos que se cosechan en un grado de madurez más avanzada no soportan bien su mantenimiento a temperatura ambiente (vida útil).

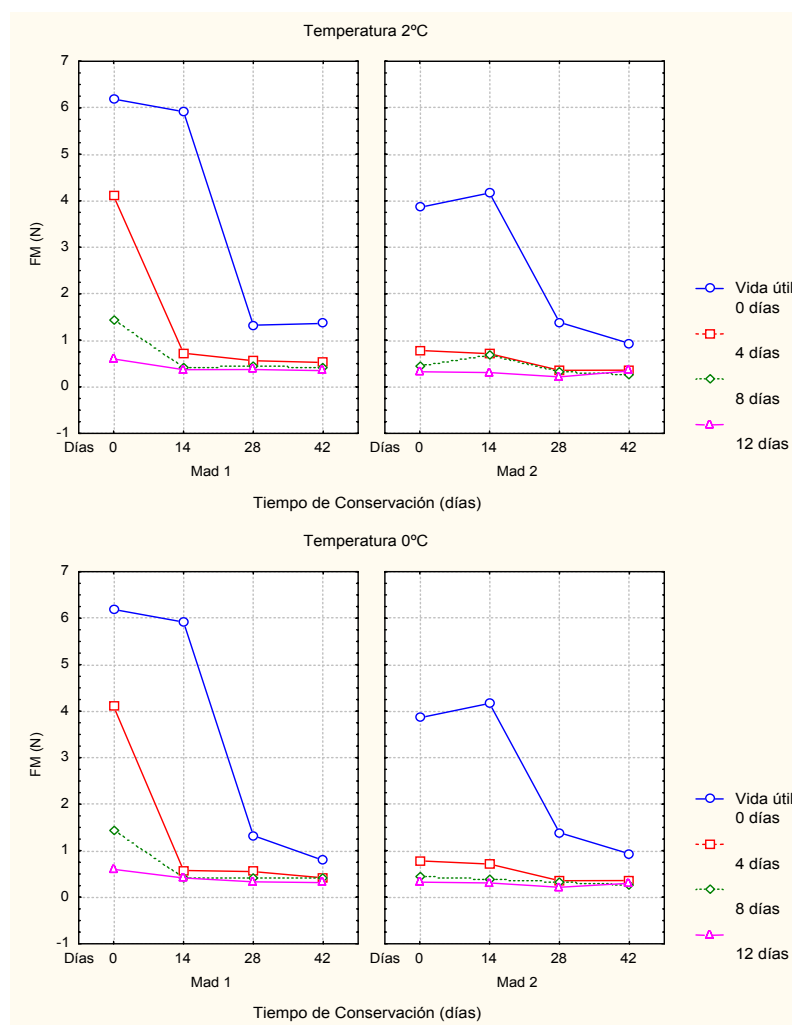


Figura 3.73: Evolución de la firmeza de la pulpa durante la vida útil

El análisis de varianza puso de manifiesto que los factores “Maduración”, “Tiempo de Conservación” y “Vida útil” eran significativos (Anexo II – Tabla 10), así como las interacciones “Maduración” x “Tiempo de Conservación” (Tabla 3.69), “Maduración” x “Vida útil” (Tabla 3.70) y “Tiempo de Conservación” x “Vida útil” (Tabla 3.71).

Tabla 3.69 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Maduración” de la firmeza de la pulpa

Días	Firmeza (N)			
	0	14	28	42
Maduración 1	3,08aA	1,85aB	0,67aC	0,58aC
Maduración 2	1,35bA	1,43bA	0,57aB	0,47aB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

Sólo hay diferencias entre los grados de maduración hasta los 14 días de conservación (Tabla 3.69). Kluge y Jacobino (2002) encuentran diferencias en la firmeza entre melocotones de la cultivar ‘Bastch’ con dos grados de maduración, que se atenuaron con los días de exposición a temperatura ambiente.

Tabla 3.70 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Vida útil” x “Maduración” de la firmeza de la pulpa

Vida útil	Firmeza (N)			
	0	4	8	12
Maduración 1	3,63aA	1,45aB	0,68aC	0,42aD
Maduración 2	2,59bA	0,55bB	0,39bBC	0,29aC

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

En la interacción “Vida útil” x “Maduración” (Tabla 3.70), hay diferencias significativas en el transcurso de la vida útil para los dos grados de maduración. Los valores obtenidos en dicha interacción para cada día difieren significativamente hasta los 8 días a temperatura ambiente.

Tabla 3.71 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Vida útil” x Tiempo de Conservación” de la firmeza de la pulpa

Pendiente (Nmm ⁻¹)				
Vida útil Días	0	4	8	12
0	5,02aA	2,44aB	0,94aC	0,46aD
14	5,04aA	0,68bB	0,48bB	0,35aB
28	1,36bA	0,46bB	0,38bB	0,28aB
42	1,01bA	0,41bB	0,34bB	0,33aB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis.

En la interacción entre los factores “Vida útil” x “Tiempo de Conservación” (Tabla 3.71), para cualquiera de la muestras previamente refrigeradas, las diferencias son evidentes entre los 0 y los 4 días a temperatura ambiente. De hecho, en la mayoría de las cultivares susceptibles, la vida comercial queda reducida con la exposición a temperatura ambiente, por ejemplo los melocotones ‘Elegant Lady’ reducen su vida comercial de 3 semanas (conservadas a 0°C) a una si se los expone 5-7 días a 5°C (Crisosto y Valero, 2006).

III.4.1.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable

En la Figura 3.74 se muestra la evolución del contenido en sólidos solubles totales durante la vida útil de las ciruelas. Los frutos con un grado de maduración más avanzado (Mad 2) muestran un contenido en sólidos solubles totales mayor, que se mantiene a lo largo de su conservación. Durante la vida útil en ambos grupos de frutos se observa un aumento del grado Brix, especialmente debido a la pérdida de peso por evaporación de agua. Se aprecia un comportamiento algo distinto de los frutos dependiendo de la temperatura de refrigeración empleada.

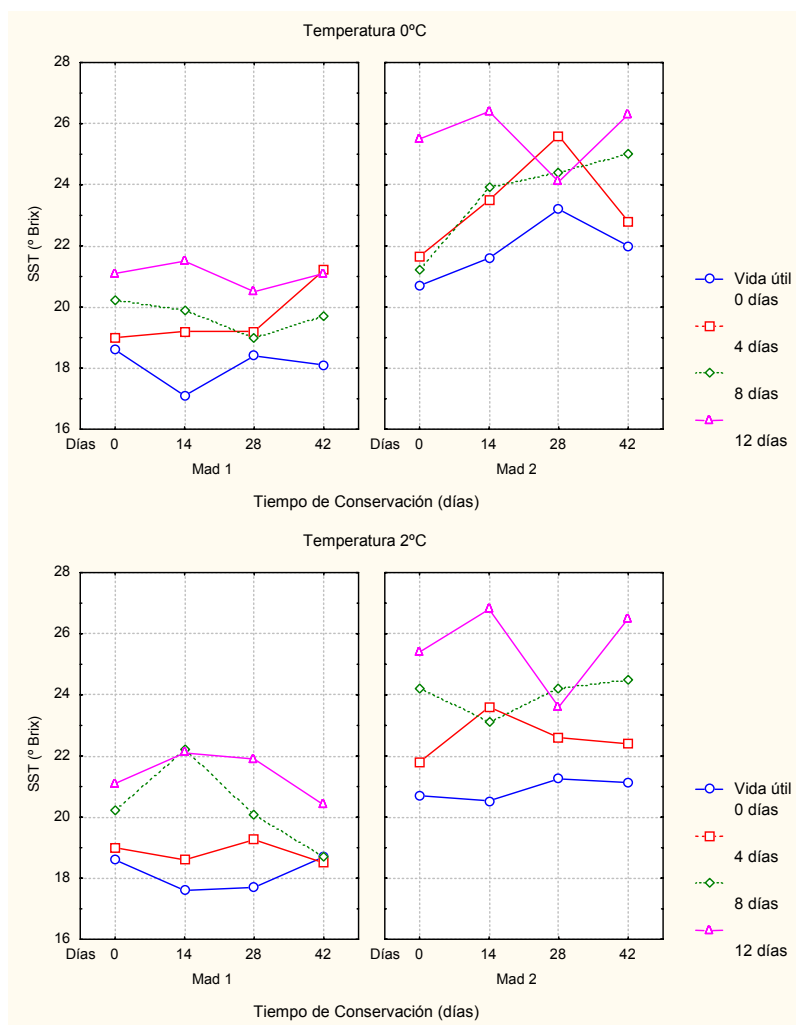


Figura 3.74: Evolución de los sólidos solubles totales durante la vida útil

Como se ha referido en los apartados anteriores, se puede utilizar el índice SST/acidez para evaluar la evolución de los frutos. Young Yoon *et al.* (2006) lo refieren como una medida de la maduración de los frutos y también de su palatabilidad.

En la Figura 3.75 se muestran los resultados de acidez; en general, descenso de la acidez durante la vida útil y durante el almacenamiento refrigerado. En los frutos con grado de maduración 2 esta tendencia es menos pronunciada. Dicho comportamiento concuerda con el de los sólidos solubles totales.

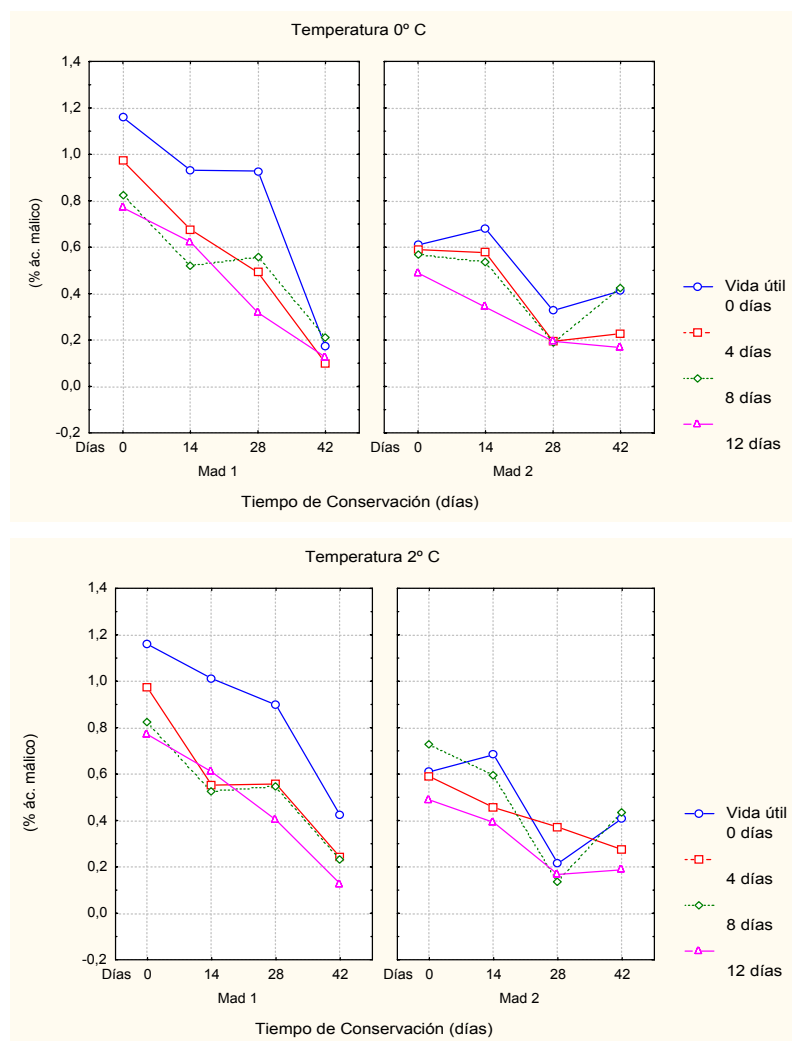


Figura 3.75: Evolución de la acidez de los frutos durante la vida útil

A la vista de los resultados de los parámetros evaluados durante la vida útil podemos concluir que a partir de los 8 días a temperatura ambiente los frutos no presentan calidad aceptable, por lo que no se aconseja mantenerlos en estas condiciones más de cuatro días. Nascimento *et al.* (1990) refieren que para ciruelas del cultivar ‘Santa Rosa’ cosechadas en estado de maduración verde, el óptimo periodo de maduración es de 8 días a 20°C y 95% de HR. Por otro lado, ciruelas de los cultivares ‘Roxa de Delfim Moreira’, ‘Reina Claudia’ y ‘Kelsey’ con el mismo estado de maduración no mostraron una maduración poscosecha normal en las mismas condiciones.

Díaz-Pérez *et al.* (1996) refieren la importancia del estado de maduración en el comportamiento de las ciruelas. Dichos autores estudiaron ciruelas *Spondias purpurea* L. en

tres estados de maduración mantenidas a 10°C durante 7 días seguidos de otros 7 días a 20°C con 70% de HR y concluyeron que los frutos presentaron comportamiento no climatérico, aumento de los sólidos solubles totales y transpiración y una disminución en la firmeza con la progresión de la maduración; los frutos demostraron una reducida capacidad de resistir a una vida útil tan prolongada.

III.4.2. Estudio de la vida útil de los frutos en la campaña 2

En la segunda campaña las ciruelas con dos grados de maduración se mantuvieron a temperatura ambiente (vida útil) 3 y 6 días después del almacenamiento refrigerado a 2°C.

III.4.2.1. Pérdida de peso

En la Figura 3.76 se muestra la pérdida de peso de los frutos durante su mantenimiento a temperatura ambiente, apreciándose un aumento de la misma en función del tiempo de vida útil para los dos grados de maduración. Esta pérdida se mantiene prácticamente constante independientemente del tiempo de refrigeración al que hayan sido sometidos los frutos previamente. Serrano *et al.* (2004) verificaron que la pérdida de peso en melocotones y nectarinas aumentó durante el almacenamiento refrigerado, con un aumento más pronunciado después de 4 días a 20°C, alcanzando a los 28 días de refrigeración pérdidas de $21,7 \pm 0,7\%$ y $20,8 \pm 1,5\%$, respectivamente. Las pérdidas de peso de las ciruelas ‘Reina Claudia verde’ después de 6 días a temperatura ambiente son muy elevadas, entre el 6 y 9%, incluso para las muestras que no se han refrigerado previamente. La pérdida de peso después de 3 días a temperatura ambiente está en torno al 5%, valor considerado demasiado elevado comercialmente para frutos de hueso (Kader, 1992).

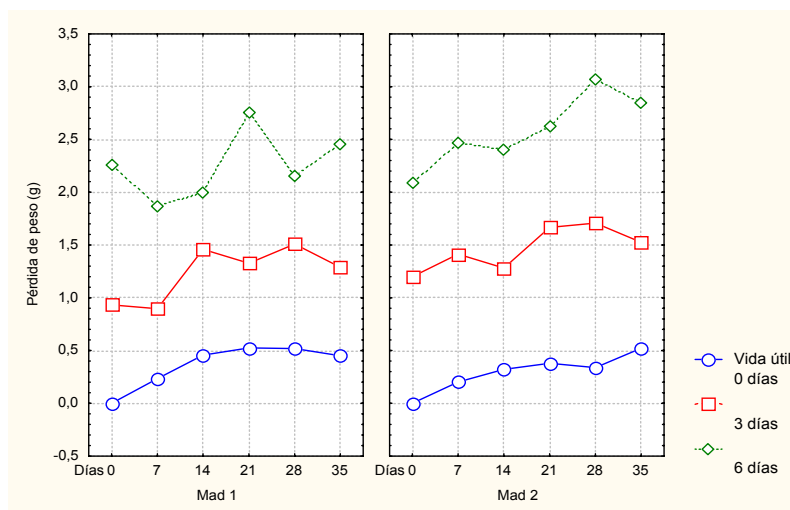


Figura 3.76: Evolución de las pérdidas de peso de las ciruelas durante la vida útil

Los factores “Maduración”, “Tiempo de Conservación” y “Vida útil” son significativos, siendo este último el que presenta un valor de F más elevado (523,66) (Anexo II – Tabla 11). Sólo la interacción “Maduración” x “Vida útil” es significativa, aunque con bajo valor de F (1,33) (Tabla 3.72).

Tabla 3.72 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Maduración” x “Vida útil” de la pérdida de peso

Pérdida de peso (g)			
Vida útil \	0	3	6
Maduración 1	0,36bC	1,23bB	2,25bA
Maduración 2	0,94aC	1,47aB	2,58aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

III.4.2.2. Color

La figura 3.77 muestra la evolución de los valores del parámetro a^* de color durante la conservación de las ciruelas a temperatura ambiente. De un modo general, se puede decir que este parámetro aumenta a lo largo de la vida útil. El parámetro a^* aumenta a medida que los frutos amarillean (Nanos y Mitchell, 1991). Los frutos de Mad 2 presentan desde el inicio

valores de a^* más elevados, como cabría esperar para frutos más maduros. Serrano *et al.* (2004) también encontraron la misma evolución del parámetro a^* de color en melocotones y nectarinas, un aumento durante el almacenamiento refrigerado, que se aceleró cuando los frutos se transfirieron a la temperatura ambiente.

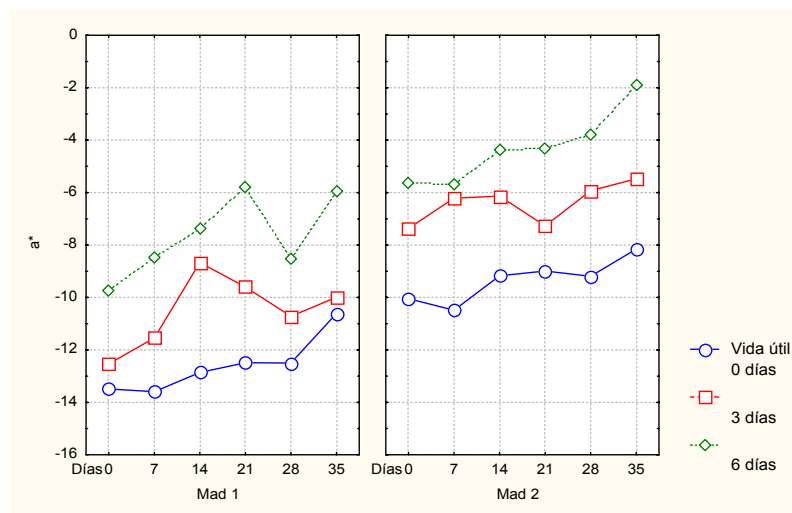


Figura 3.77: Evolución del parámetro a^* de color de las ciruelas durante la vida útil

Todos los factores en estudio son altamente significativos ($p < 0,01$) (Anexo II – Tabla 11), pero no hay interacciones significativas entre ellos.

III.4.2.3. Parámetros reológicos

En la figura 3.78 se muestra la evolución de la resistencia de la piel, donde se observa una similitud de comportamientos entre los frutos de los dos grados de maduración, si bien con un retraso de una semana para los de Mad 1. Las ciruelas que alcanzan 9 N son consideradas ‘listas para comer’ (del inglés ‘ready to eat’) (Crisosto, 1999). Estos valores se alcanzaron en ciruelas de Mad 1, refrigeradas o con 3 días a temperatura ambiente después de 7 días de refrigeración. En ambos grupos de frutos (Mad 1 y Mad 2) al aumentar el periodo de exposición a temperatura ambiente disminuye considerablemente la resistencia de la piel, siendo más evidente en los frutos más maduros en los que después de 6 días a temperatura ambiente los valores de resistencia son muy bajos, en torno a 2 N, lo que puede ser un indicador de alteraciones profundas de las estructuras celulares, hecho que limita su viabilidad

comercial. También Argenta *et al.* (2003) encontraron estos valores en ciruelas ‘Laetitia’ entre los 4 y 7 días a 23°C, sin almacenamiento refrigerado.

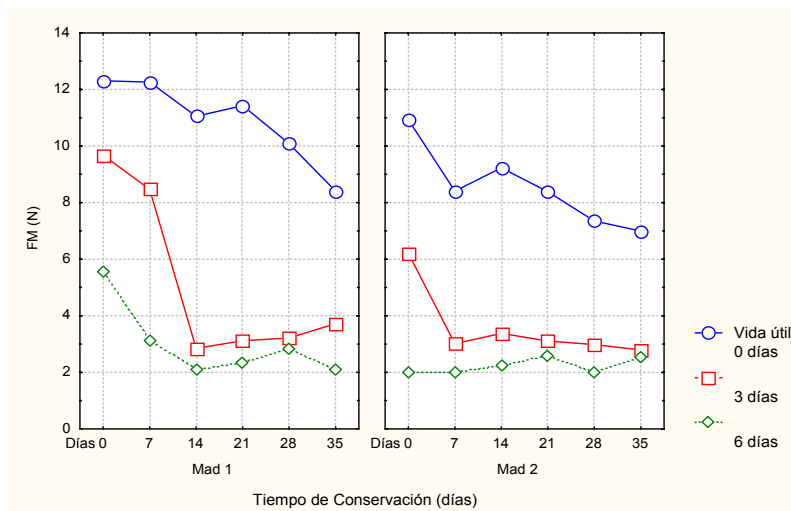


Figura 3.78: Evolución de la resistencia de los frutos durante la vida útil

El análisis de varianza (Anexo II – Tabla 11) confirma el elevado peso del factor “Vida útil”, altamente significativo ($p < 0,05$) con un valor de F elevado (1449,0); también los otros factores, “Maduración” y “Tiempo de Conservación”, son altamente significativos, con valores de F elevados (259,51 y 103,64, respectivamente), así como las interacciones entre todos ellos. La comparación de medias de la interacción significativa de la interacción “Maduración” x “Tiempo de Conservación” se muestra en la Tabla 3.73, donde se puede confirmar que las diferencias entre los dos grados de maduración son evidentes a los 0 y 7 días de conservación en frío, no existiendo diferencias a partir de ahí. Son, por tanto, los primeros días de conservación los responsables de las diferencias. Nanos y Mitchel (1991) consideran que el mantenimiento de melocotones durante 4 días a 20°C es excesivo, porque los frutos se vuelven excesivamente blandos.

Tabla 3.73 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” “Maduración” x de la resistencia de la piel

		Resistencia (N)					
Días		0	7	14	21	28	35
	Maduración 1	9,19aA	7,95aB	5,33aC	5,64aC	5,38aC	4,75aC
	Maduración 2	6,38bA	4,47bBC	4,95aB	4,70aBC	4,10aC	4,11aC

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

En la Tabla 3.74 se muestra la comparación de medias de la interacción “Maduración” x “Vida útil”. Para cualquiera de los días de vida útil son evidentes las diferencias entre los frutos de los dos grados de maduración, y para cada estado de maduración existen diferencias a lo largo de los días de vida útil (0, 3 y 6), confirmando el elevado peso del factor “Vida útil”. Crisosto (1999) refiere que a 25° C las ciruelas, dependiendo del cultivar, pueden ablandarse de 3,5 a 9,0 N por día.

Tabla 3.74 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Maduración” x “Vida útil” de la resistencia de la piel

Resistencia (N)			
Vida útil \	0	3	6
Maduración 1	10,92aA	5,18aB	3,02aC
Maduración 2	8,55bA	3,58bB	2,27bC

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

En el Tabla 3.75 se puede confirmar nuevamente la influencia del factor “Vida útil” en el comportamiento de los frutos, ahora en el transcurso de su conservación en frío.

Tabla 3.75 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Vida útil” de la resistencia de la piel

Resistencia (N)			
Días \ Vida útil	0	3	6
0	11,62aA	7,95aB	3,79aC
7	10,33bA	5,74bB	2,55bC
14	10,14bA	3,11cB	2,17bC
21	9,91bA	3,11cB	2,48bB
28	8,72cA	3,10cB	2,41bB
35	7,70cA	3,26cB	2,33bB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

La evolución de la firmeza de la pulpa es muy semejante a la de la resistencia de la piel, aunque con valores inferiores (Figura 3.79). A los 3 y 6 días de vida útil la firmeza de la pulpa presenta unos valores muy bajos (inferiores a 1 N), especialmente después de 7 días de almacenamiento refrigerado en las ciruelas de Mad 2 y después de 14 en las de Mad 1. Kluge y Jacobino (2002) obtuvieron también un descenso más acusado de la firmeza de los melocotones más maduros entre los 0 y los 2 días a temperatura ambiente frente a los menos maduros en el mismo periodo de vida útil, que se mantuvieron con valores de cerca de 7,5 N hasta los 4 días. Guillén *et al.* (2005) encontraron valores de cerca de 2 N de firmeza de la pulpa de ciruelas ‘Sungold’ después de 14 y 21 días a 1°C seguidos de 4 días a 20°C. El ablandamiento de los tejidos influye de forma evidente en la determinación de la vida útil.

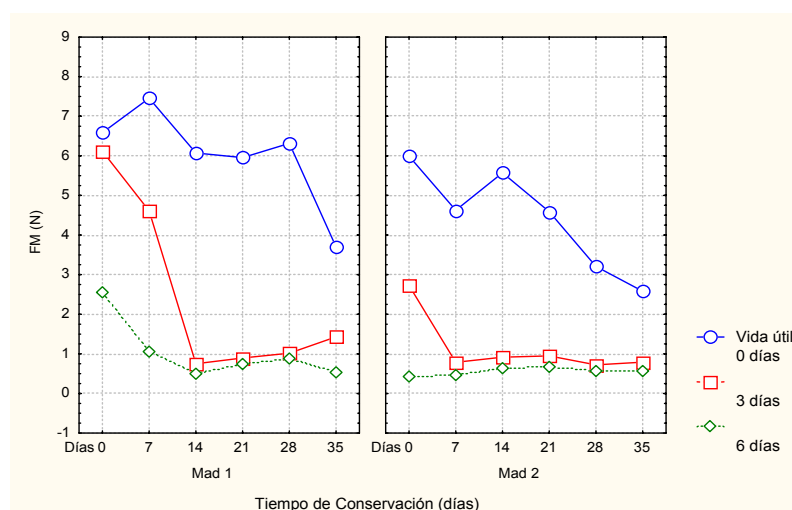


Figura 3.79: Evolución de la firmeza de los frutos durante la vida útil

Los factores en estudio son altamente significativos ($p < 0,01$) así como sus interacciones. En la Tabla 3.76 se puede ver la comparación de medias de la interacción “Maduración” x “Tiempo de Conservación”. Los dos grupos de frutos son significativamente diferentes para todos los días de conservación, con excepción de los 14 días. Los frutos de Maduración 1 presentan valores más elevados de firmeza de la pulpa que los de Maduración 2 y descendentes a lo largo de la conservación. Dicho descenso fue encontrado también por Mizrach (2004) en ciruelas ‘Royal Z’ a lo largo del tiempo de conservación a 0°C, siendo más acusado cuando se colocaron a 20°C.

Tabla 3.76 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Maduración” x “Tiempo de Conservación” de la firmeza de la pulpa

Firmeza (N)						
Días \	0	7	14	21	28	35
Maduración 1	5,09aA	4,38aB	2,44aCD	2,52aC	2,74aC	1,90aD
Maduración 2	3,05bA	1,96bBC	2,37aB	2,07aB	1,50bC	1,31bC

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

La interacción “Maduración” x “Vida útil” se presenta en la Tabla 3.77. Los frutos de Maduración 1 no tienen diferencias significativas entre los días de vida útil, mientras que los de Maduración 2 sí presentan diferencias entre el día 0 y 3 de vida útil.

Tabla 3.77 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Maduración” x “Vida útil” de la firmeza de la pulpa

Firmeza (N)			
Vida útil \	0	3	6
Maduración 1	2,77aA	3,09aA	2,94bA
Maduración 2	2,53aB	3,42aA	3,54aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

Tabla 3.78 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Vida útil” de la firmeza de la pulpa

Firmeza (N)			
Días \ Vida útil	0	3	6
0	6,29aA	4,42aB	1,50aC
7	6,04bA	2,70bB	0,76bC
14	5,82cA	0,83dB	0,56cB
21	5,27dA	0,92dB	0,71bcB
28	4,76eA	0,87dB	0,73bcB
35	3,14fA	1,11cA	0,55cA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

Durante la vida útil existen diferencias significativas en la firmeza de la pulpa, siendo más evidentes hasta el día 14 de almacenamiento refrigerado (Tabla 3.78)

III.4.2.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable

Las ciruelas con estado de maduración 2 presentan siempre un contenido de sólidos solubles totales (SST) superior al de las menos maduras. En general, para los dos grupos de frutos el contenido en SST aumenta a medida que lo hacen los días de exposición a temperatura ambiente (Figura 3.80). Aunque a primera vista este hecho podría resultar beneficioso, no es así puesto que el aumento se debe a una mayor pérdida de peso de estos frutos. Valero *et al.* (2004) obtuvieron un aumento de 19,2° a 23,1°Brix en las dos primeras semanas de almacenamiento a 1°C seguido de 7 días a 20°C, que se mantuvo hasta el final del experimento, 5 semanas.

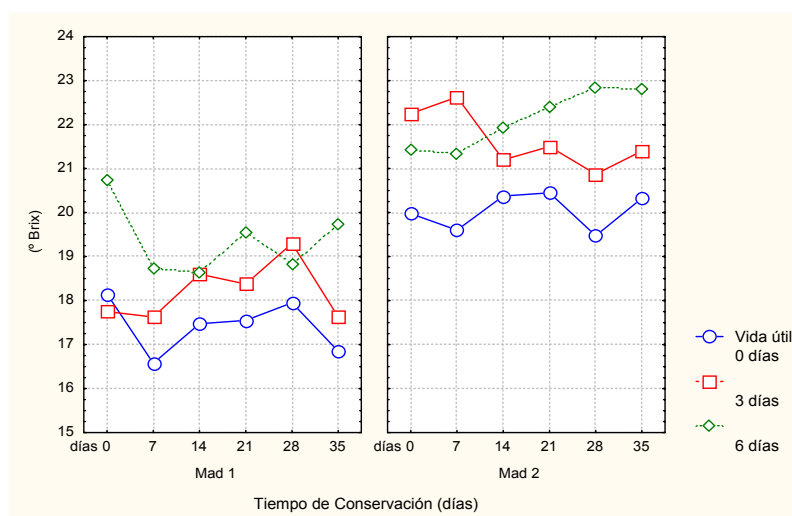


Figura 3.80: Evolución de los sólidos solubles totales de los frutos durante la vida útil

El análisis de varianza (Anexo II – Tabla 11) confirma que los factores en estudio son estadísticamente significativos, así como las interacciones entre los mismos. La Tabla 3.79 muestra la comparación de medias de la interacción “Maduración” x “Tiempo de Conservación”, confirmándose el elevado peso del factor “Maduración”.

Tabla 3.79 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Maduración” x “Tiempo de Conservación” de los sólidos solubles totales

Sólidos solubles totales (° Brix)						
Días	0	7	14	21	28	35
Maduración 1	18,88bA	17,64bB	18,24bAB	18,49bA	18,69bA	18,41bA
Maduración 2	21,22aA	21,18aA	21,17aA	21,45aA	21,07aA	21,51aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

En la Tabla 3.80 se observan diferencias entre los dos estados de maduración para cada día de vida útil, así como entre los diferentes días a temperatura ambiente para cada estado de maduración.

Tabla 3.80 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Maduración” x “Vida útil” de los sólidos solubles totales

Sólidos solubles totales (° Brix)			
Vida útil	0	3	6
Maduración 1	17,59bC	18,21bB	19,37bA
Maduración 2	20,03aC	21,64aB	22,12aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

Para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Vida útil” (Tabla 3.81) se observan diferencias a lo largo de la conservación frigorífica y de la vida útil, sin presentar una evolución marcada entre el día de la cosecha y los 35 días de conservación.

Tabla 3.81 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Vida útil” de los sólidos solubles totales

Sólidos solubles totales (° Brix)			
<div>Vida útil</div> <div>Días</div>	0	3	6
0	19,06aB	20,00aB	21,09aA
7	18,09bB	20,12aA	20,02bA
14	18,92abB	19,90aA	20,29bA
21	19,00abB	19,94aB	20,97abA
28	18,71abB	20,09aA	20,84abA
35	19,09aB	19,51aB	21,27aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

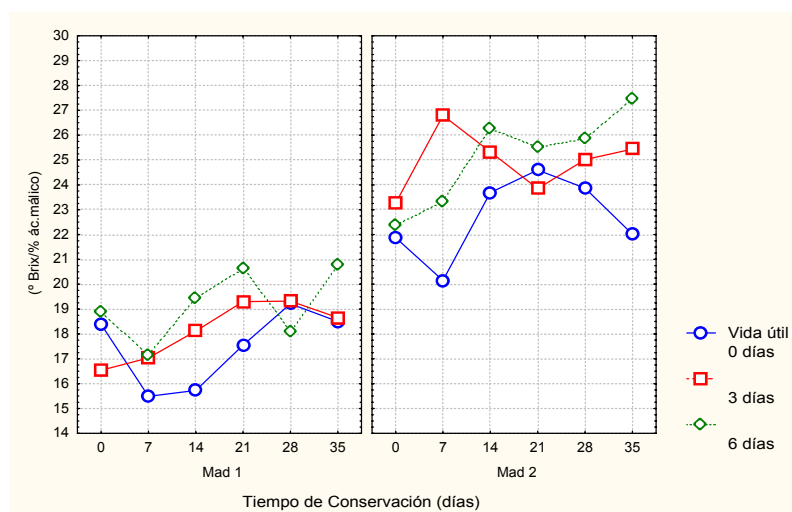


Figura 3.81: Evolución del índice SST/acidez durante la vida útil

En la Figura 3.81 se muestra la evolución de la relación SST/acidez. Los valores del índice son superiores para los frutos de Mad 2. En general, esta relación aumenta con el tiempo de exposición a temperatura ambiente para los dos grupos de frutos, lo que traduce, en este caso, la disminución acentuada de la acidez. Dicha relación tiene una gran importancia porque está relacionada con la calidad organoléptica (Crisosto *et al.*, 2004a) en especial con el sabor de los frutos (Margarim *et al.*, 2005).

III.4.3. Estudio de la vida útil de los frutos en la campaña 3

En la tercera campaña ciruelas en un único estado de maduración se almacenaron en refrigeración con y sin película plástica, y a la salida del almacenamiento se mantuvieron 3 y 6 días a temperatura ambiente.

III.4.3.1. Pérdida de peso

La Figura 3.82 muestra el comportamiento de los frutos a lo largo de la conservación y durante su vida útil. Las pérdidas de peso experimentadas por los frutos testigo fueron muy superiores a las de los envasados en PPlus®, con valores por encima del 15% a los 6 días de vida útil independientemente del tiempo previo de refrigeración. Kluge *et al.* (1997) obtuvieron valores más elevados de pérdida de peso, entre 5,9 y 6,3 %, en ciruelas ‘Santa Rosa’ mantenidas de 3 días a temperatura ambiente después de 24 días a 0°C y 10 días a temperatura ambiente seguidos de 14 días a 7,5°C, respectivamente. Se debe referir que estos frutos fueron retirados de las bolsas de polietileno a la salida de la cámara de refrigeración y antes de someterse a las condiciones ambientales. Celikel y Szerzelkk (2002) encontraron valores de 5% de pérdida de peso en cerezas no envasadas y mantenidas durante 6 días a 20°C frente a 0,1% de pérdidas en cerezas envasadas. Las ciruelas envasadas en PPlus® presentan un comportamiento óptimo a lo largo de toda la conservación en frío y durante su vida útil.

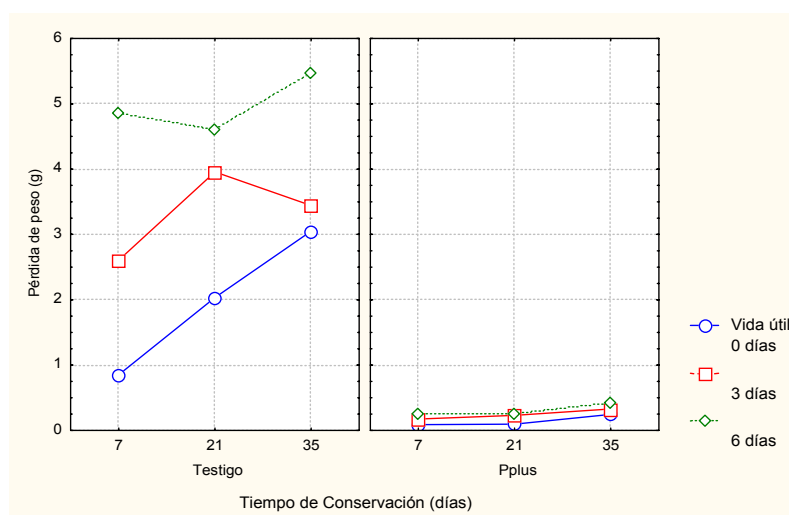


Figura 3.82: Evolución de las pérdidas de peso de los frutos durante la vida útil

Todos los factores en estudio resultan altamente significativos ($p<0,01$), con un valor de F muy elevado ($F=538,46$) para el factor “Película” seguido del factor “Vida útil” ($F=44,13$) (Anexo II – Tabla 12), así como las interacciones “Película” x “Tiempo de Conservación” y “Película” x “Vida útil” (Tablas 3.82 y 3.83).

Tabla 3.82 - Valores medios de la comparación múltiple para a interacción “Película” x “Vida útil” para la pérdida de peso

Pérdida de peso (g)			
Vida útil	0	3	6
Testigo	1,98aC	3,34aB	4,98aA
Película	0,14bA	0,24bA	0,31bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p<0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p<0,05$) entre días de análisis

Se confirman las diferencias entre los frutos testigo y los envasados para los diferentes días de vida útil y de almacenamiento refrigerado (Tablas 3.82 y 3.83). A lo largo de la conservación las diferencias sólo tienen lugar en los frutos testigo y no en los envasados en PPlus®. Akbudak y Eris (2004) estudiaron durante tres años el comportamiento de melocotones y nectarinas respecto a su conservación refrigerada en AM y sometidos a calentamiento intermitente (20°C durante 24 horas con un intervalo de dos semanas) y verificaron que, respecto a la pérdida de peso, las mayores pérdidas ocurrieron en los frutos testigo, aumentando a lo largo de la vida útil, siendo las menores para los frutos envasados en polipropileno.

Tabla 3.83 - Valores medios de la comparación múltiple para a interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” para la pérdida de peso

Pérdida de peso (g)			
Días	7	21	35
Testigo	2,772aC	3,529aB	3,992aA
Película	0,174bA	0,196bA	0,328bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p<0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p<0,05$) entre días de análisis

III.4.3.2. Color

Respecto al parámetro a^* , de un modo general los frutos sin película presentan un aumento de los valores durante su exposición a temperatura ambiente (Figura 3.83). Como se ha referido dicho aumento corresponde a una pérdida del color verde y una evolución hacia los tonos amarillos, característica de la maduración de estos frutos. En los frutos envasados en PPlus® el valor de a^* prácticamente no varía, manteniendo su color verde, excepto para los frutos refrigerados durante 35 días después de 6 días de vida útil.

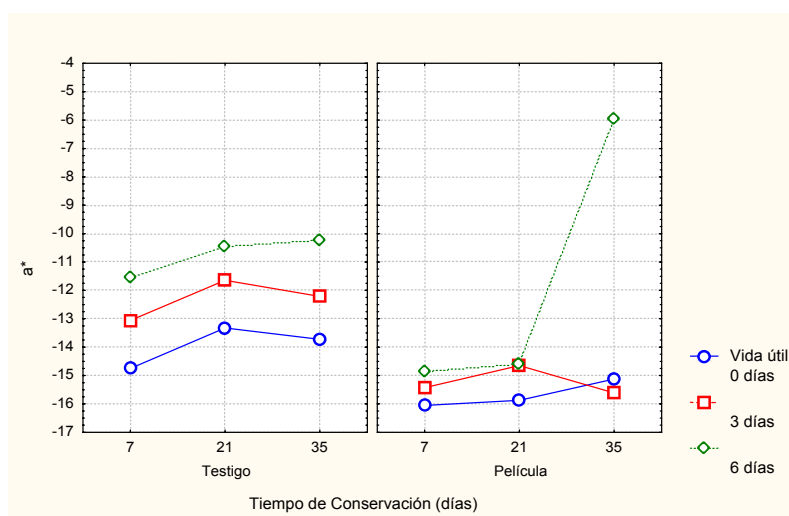


Figura 3.83: Evolución del parámetro a^* de color de los frutos durante la vida útil

Todos los factores en estudio son altamente significativos ($p < 0,01$) (Anexo II - Tabla 12), así como sus interacciones.

En Tabla 3.84 se puede ver la comparación de medias de la interacción “Vida útil” x “Tiempo de Conservación”, los valores de a^* son significativamente diferentes entre los 0 y los 6 días a temperatura ambiente, para cualquier tiempo previo de refrigeración. La reducción de los valores representa el avance de la maduración, probablemente debido a la degradación de la clorofila y la síntesis de otros pigmentos como los carotenoides (Margarim *et al.*, 2005).

Tabla 3.84 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Vida útil” x “Tiempo de Conservación” del parámetro a*

Parámetro a*			
Días	0	3	6
7	-15,40aA	-14,24aAB	-13,22aB
21	-14,60aA	-13,14aAB	-12,51aB
35	-14,42aA	-13,91aA	-8,11bB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

En la Tabla 3.85 se muestra la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” donde se observan las diferencias entre los frutos testigo y los envasados en PPlus®, especialmente a los 7 y 21 días de refrigeración.

Tabla 3.85 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Película” del parámetro a*

Parámetro a*			
Días	7	21	35
Testigo	-13,12aA	-11,80aA	-12,06aA
Película	-15,45bA	-15,03bA	-12,24aB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

Cuando evaluamos la interacción “Película” x “Vida útil” (Tabla 3.86) se observan que en los frutos testigo (sin film) el tiempo de exposición a la temperatura ambiente tiene una gran influencia sobre el valor del parámetro a*, presentando valores significativamente diferentes ($p < 0,05$) para los distintos días. Fonseca *et al.* (2002), consideran que la temperatura y la atmósfera modificada son dos factores importantes en el control del período de vida útil. Para cada día en vida útil, los frutos testigo presentan valores significativamente diferentes de los envasados en PPlus®, a los 0 y 3 días, desapareciendo dicha diferencia después de 6 días a temperatura ambiente.

Tabla 3.86 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Vida útil” del parámetro a*

Parámetro a*			
Días	0	3	6
Testigo	-13,93aC	-12,30aB	-10,75aA
Película	-15,68bB	-15,23bB	-11,81aA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

III.4.3.3. Parámetros reológicos

Los valores medios de resistencia de la piel se presentan en la Figura 3.84. Para los frutos testigo se puede ver una disminución drástica (40-50%) después de 3 y 6 días de vida útil. Los frutos envasados en PPlus® presentan una ligera disminución durante su exposición a temperatura ambiente, a excepción de los conservados en frío durante 35 días. Nunes *et al.* (2004) obtuvieron resultados semejantes en melocotones ‘Aurora 2’ envasados en polietileno y mantenidos a $9 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 10 días, que cuanto más largo fue el almacenamiento mayores fueron las pérdidas de firmeza.

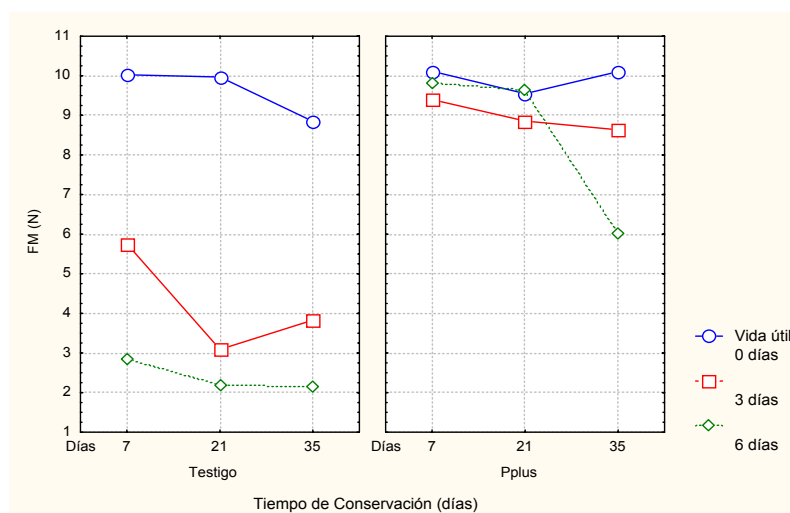


Figura 3.84: Evolución de la resistencia de la piel de los frutos durante la vida útil

Todos los factores son altamente significativos ($p < 0,01$), con valores elevados de F para “Vida útil” y “Película” ($F = 193,82$ y $400,89$, respectivamente). También son significativas

las interacciones “Tiempo de Conservación” x “Vida útil” y “Película” x “Vida útil” (Anexo II – Tabla 12).

La comparación de medias de la interacción “Tiempo de Conservación” x “Vida útil” (Tabla 3.87) muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los 0, 3 y 6 días de vida útil para los días 7 y 35 de conservación.

Tabla 3.87 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Vida útil” de la resistencia de la piel

Resistencia (N)			
Días	0	3	6
7	10,07aA	7,58aB	6,33aC
21	9,76aA	5,97bB	5,91aB
35	9,48aA	6,23bB	4,09bC

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

La interacción “Película” x “Vida útil” (Tabla 3.88) confirma las diferencias de comportamiento de los frutos con y sin película a lo largo de su vida útil, los valores iniciales, en día 0, son muy semejantes, disminuyendo mucho en los frutos sin película.

Tabla 3.88- Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Vida útil” de la resistencia de la piel

Resistencia (N)			
Días	0	3	6
Testigo	9,61aA	4,22bB	2,39bC
Película	9,22aA	8,96aB	8,50aB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

A la vista de los resultados de firmeza de la pulpa, que se presentan en la Figura 3.85, podemos decir que en los frutos testigo se observa una gran disminución después de 3 y 6 días de vida útil, igual que sucedía con la resistencia de la piel. Por el contrario, los frutos envasados en PPlus® se mantienen más firmes durante su exposición a temperatura ambiente.

En la práctica los frutos conservados sin película mantienen valores de textura adecuados para el consumo inmediatamente después de su retirada del frío, día 0 de vida útil, mientras que los frutos conservados con película mantuvieron esos valores a lo largo de los 6 días de vida útil. Los resultados obtenidos en este estudio son semejantes a los de Akbudak y Eris (2004) en melocotones. Fernández-Trujillo *et al.* (1999) encontraron que la firmeza de la pulpa sufrió un descenso acentuado cuando se colocaron los melocotones durante 3 días a 20°C (en envases abiertos), siendo menos acentuado en los frutos envasados en polipropileno orientado en las mismas condiciones.

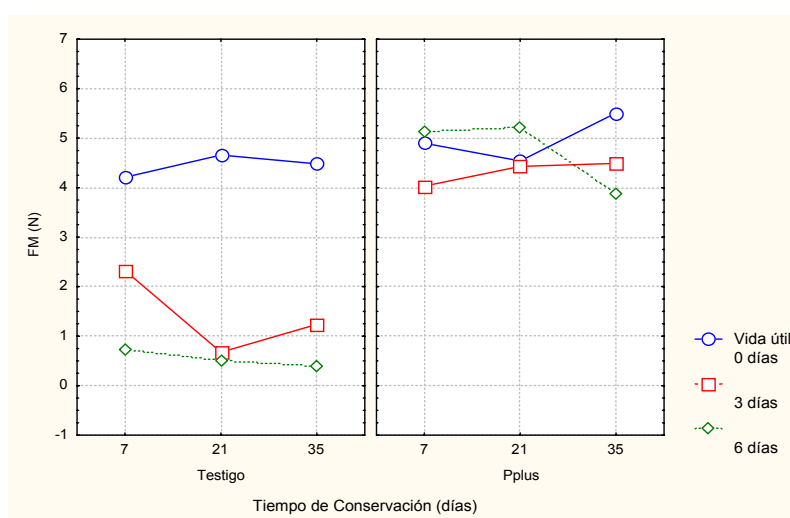


Figura 3.85: Evolución de la firmeza de la pulpa de los frutos durante la vida útil

El análisis de varianza confirma que el empleo de PPlus® representa un beneficio para el mantenimiento de la firmeza de estos frutos (Anexo II – Tabla 12). El factor “Tiempo de Conservación” no es significativo ni su interacción con el factor “Película”. Sólo resulta significativa su interacción con el factor “Vida útil”, probablemente debido al gran peso de este factor en el análisis estadístico ($p < 0,01$ y $F = 109,02$). También es significativa la interacción “Película” x “Vida útil”.

En la Tabla 3.89 se muestra la comparación de medias de la interacción “Tiempo de Conservación” x “Vida útil”, confirmando la diferencia de comportamientos entre el día 0 y los 3 y 6 días de vida útil, para cualquier tiempo de almacenamiento refrigerado y para el empleo de película plástica (Tabla 3.90).

Tabla 3.89 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Tiempo de Conservación” x “Vida útil” de firmeza de la pulpa

Firmeza (N)			
Días	0	3	6
7	4,55aA	3,18aB	2,92aB
21	4,60aA	2,55aB	2,85aB
35	4,99aA	2,87aB	2,14aB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

Tabla 3.90 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Vida útil” de firmeza de la pulpa

Firmeza (N)			
Días	0	3	6
Testigo	4,45aA	1,41bB	0,54bC
Película	4,98aA	4,32aB	4,74aAB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

III.4.3.4. Parámetros químicos: Sólidos solubles totales y Acidez titulable

La evolución de los sólidos solubles totales está representada en la Figura 3.86, en la que se puede observar la diferencia de comportamiento entre los frutos con y sin película. Las ciruelas testigo presentan valores más elevados de SST durante todo el ensayo, no encontrándose diferencias después de 3 días de vida útil. En los frutos envasados el comportamiento observado en la evolución de los SST no es claro. Kluge *et al.* (1997) en un ensayo realizado con ciruelas ‘Santa Rosa’ encontraron que el contenido en SST no varió a lo largo del almacenamiento ni entre tratamientos (diferentes días a temperaturas de 3,5 y 7,5°C), alcanzando valores ligeramente más bajos al final del ensayo. En el estudio llevado a cabo por Mizrach (2004) para evaluar la maduración y el contenido en azúcares de ciruelas del cultivar ‘Royal Z’ también se verifica que a lo largo del almacenamiento hay un descenso en el contenido de los azúcares.

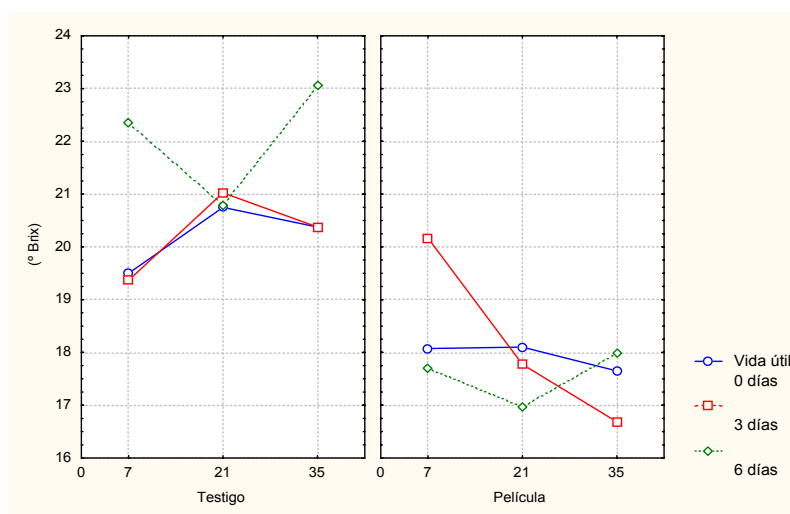


Figura 3.86: Evolución de los sólidos solubles totales durante la vida útil.

Los factores “Tiempo de Conservación” y “Película” son altamente significativos ($p < 0,01$), presentando este último un elevado valor de F ($F=190,93$) (Anexo II – Tabla 12). Además las interacciones entre todos los factores en estudio son altamente significativas. En la Tabla 3.91 se muestra la comparación de medias de la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” confirmando las diferencias entre los dos grupos de frutos con y sin película. Argenta *et al.* (2003) también observaron un descenso del contenido en SST de ciruelas ‘Laetitia’ a lo largo del tiempo de almacenamiento a 2° C. Para Nunes *et al.* (2004), la variable SST fue afectada significativamente sólo por el factor “Tiempo de Conservación”, en melocotones ‘Aurora 2’.

Tabla 3.91 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Tiempo de Conservación” de los sólidos solubles totales

Sólidos solubles totales (° Brix)			
Días	7	21	35
Testigo	20,41aA	20,85aA	21,27aA
Película	18,65bA	17,62bB	17,45bB

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

Tabla 3.92 - Valores medios de la comparación múltiple para la interacción “Película” x “Vida útil” de los sólidos solubles totales

Sólidos solubles totales (° Brix)			
Días	0	3	6
Testigo	20,21aB	20,26aB	22,06aA
Película	17,94bA	18,21bA	17,56bA

NOTA: Letras minúsculas diferentes, en el mismo día de análisis (columna), representan tratamientos con diferencias significativas ($p < 0,05$), y letras mayúsculas distintas para el mismo tratamiento (fila) suponen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de análisis

En la Tabla 3.92 se muestran los valores medios de la interacción “Película” x “Vida útil”, observándose diferencias significativas en cada día de vida útil para los dos grupos de frutos y en los frutos testigo a lo largo de la vida útil.

En la Figura 3.87 se muestra el índice SST/acidez, observándose valores más elevados de este parámetro en los frutos testigo y sin vida útil, disminuyendo después de 3 días de exposición a temperatura ambiente. Segundo Crisosto (1994) esta relación es un buen indicador de la evolución de los frutos. En este ensayo los dos grupos de frutos muestran un comportamiento distinto y en algunos casos no esperado, como se ha dicho anteriormente, en especial respecto a los frutos después de 6 días de vida útil.

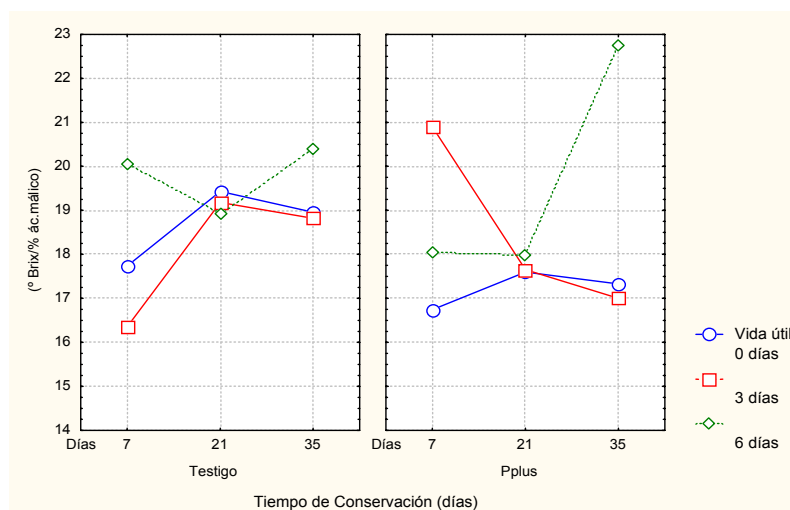


Figura 3.87: Evolución del índice SST/acidez durante la vida útil.

La disminución en la acidez que experimentan las ciruelas envasadas después de 7 días de almacenamiento refrigerado hace que esta relación SST/acidez sea mayor después de 3 días a temperatura ambiente. La disminución en las reservas de ácido málico (el predominante en ciruelas) ha sido atribuida a la posible inhibición de la succinicodehidrogenasa del ciclo de Krebs por el aumento de CO₂ provocado por el envase (Fernández-Trujillo *et al.*, 1999).

De los resultados obtenidos en este apartado se puede establecer que el estado de maduración en el momento de la cosecha es determinante en el comportamiento del fruto, tanto a lo largo de su conservación en frío como en su comportamiento en la vida útil. El número máximo de días de vida útil, considerando los resultados de las dos campañas, puede variar entre los 3 y los 4 días, dependiendo del estado de maduración de los frutos y de su destino.

El tiempo de conservación también se muestra determinante en el comportamiento de las ciruelas durante la vida útil. La pérdida de peso está muy relacionada con el tiempo de conservación previa y de vida útil, siendo un parámetro muy importante en la determinación de la calidad de los frutos, reflejada por los niveles de SST y acidez.

La temperatura de refrigeración no tiene ningún efecto sobre los frutos durante la vida útil, sólo es importante cuando se relaciona con el factor “Maduración”. Por lo que se ha elegido la temperatura de 2°C para el ensayo de la campaña 2.

La utilización de atmósfera modificada (campaña 3) para mantener la calidad de los frutos durante la vida útil parece ser beneficiosa, puesto que las ciruelas pierden menos peso, se mantienen más firmes durante más tiempo, no afectando a los SST. Por el contrario, su color permanece más verde, lo que puede no ser tan beneficioso desde el punto de vista de las preferencias de los consumidores.

CONCLUSIONES

IV. CONCLUSIONES

1. Los frutos con distintos grados de maduración presentan características diferentes en el momento de la cosecha y las diferencias se mantienen a lo largo de la conservación poscosecha.
2. El tiempo máximo de almacenamiento refrigerado recomendable para conservar las ciruelas con buena calidad es de 35 días.
3. Se confirma que el parámetro a^* de color es un buen indicador de los distintos estados de maduración de ciruela, presentando la ventaja de ser un método no destructivo que lo hace muy útil y práctico para su empleo en campo.
4. Los análisis de textura, resistencia de la piel y firmeza de la pulpa, de los frutos recién cosechados permiten distinguir ciruelas con grado de maduración muy diferentes.
5. La temperatura de almacenamiento refrigerado (0°C y 2°C) no tiene una marcada influencia sobre el comportamiento de las ciruelas.
6. La coordenada a^* de color y los parámetros reológicos permiten diferenciar siempre los dos grados de maduración durante el almacenamiento refrigerado, independientemente de la temperatura de conservación utilizada.
7. El manejo de las ciruelas en precosecha condiciona mucho la calidad de los frutos y su comportamiento durante el almacenamiento refrigerado, como puede deducirse de los resultados obtenidos en el ensayo de plantaciones.
8. El empleo de la película plástica P-Plus® (atmósfera modificada) tiene una gran influencia en la reducción de las pérdidas de peso durante el almacenamiento, si bien los parámetros de color no se ven afectados.
9. En la evaluación sensorial obtuvieron siempre mejores puntuaciones las ciruelas testigo que las envasadas en P-Plus®.

10. Es posible predecir la succulencia y la firmeza de las ciruelas utilizando el análisis de penetración de la pulpa y de la piel, respectivamente. Además, los resultados del parámetro a^* de color y de la pérdida de peso también resultan válidos para predecir el *dulzor* y el *sabor/olor* de las mismas.
11. El número máximo de días a temperatura ambiente, después del almacenamiento refrigerado, varía entre 3 y 4 días, dependiendo del estado de maduración de las ciruelas y de su destino.
12. La temperatura de refrigeración previa no tiene ningún efecto sobre los frutos durante la vida útil, sólo es importante cuando se relaciona con el factor “Grado de Maduración”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, J.A. (1999). Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 15, 207-225.
- Abbott, J.A y Harker F.R. (2004). Texture. En *The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks*. Agriculture Handbook number 66 (HB-66).
- Abdi, N., Holford, P., McGlasson, W.B., Mitzrahi, Y. (1997). Ripening behaviour and responses to propylene in four cultivars of Japanese type plums. *Postharvest Biology and Technology* 12, 21-29.
- Adhikari, H.; Heymann, H. y Huff, H.E. (2003) Textural characteristics of low fat, full fat and smoked cheeses: sensory and instrumental approaches. *Food Quality and Preference* 14 (3), 211-218.
- Agulheiro-Santos, A.C. (2001). Determinação de parâmetros de qualidade em melão utilizando métodos reológicos. Tese de Doutorado. Universidade de Évora. Évora.
- Agulheiro-Santos, A.C. y Pacheco-Ribeiro G. (1998). Evolution during cold storage of plum “Rainha Claudia” for two different ripeness stages at harvest. ”Physiological and Technological Aspects of Gaseous and Thermal Treatments of Fresh Fruit and Vegetables, Oct.15-16, Madrid 98-Cost915 Spain.
- Agulheiro-Santos, A.C., Ventura C., Bernalte-Garcia M.J y Pacheco-Ribeiro G. (2005). The use of plastic film (oriented polypropylene) under cold conditions for storage of “Rainha Claudia verde” plums. V Internacional Postharvest Symposium. Verona. *Acta-Horticulturae* 682.
- Akbudak, B. y Eris, A. (2004). Physical and chemical changes in peaches and nectarines during the modified atmosphere storage. *Food Control* 15, 307-313.
- Alavoine, F., Crochon, M y Bouillon, C. (1990). Practical methods to estimate taste quality of fruit: how to tell it to consumer. *Acta Horticulturae* 259, 61-68.
- Allen, F.W. (1944). Carbon dioxide investigation: Dry ice as a supplement to refrigeration of plums in transit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 44,141-147.

- Almeida, D.P.F. (2001). Regulação das alterações texturais durante o amadurecimento de frutos. IV Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas. Cáceres, 188-195.
- Altube, H.A., Budde, C. O., Ontivero Urquiza, M. G. (2001). Determinación de los índices de cosecha de duraznos cvs. Flordaking y San Pedro 16-33. *Agric. Téc.*, 61 (2), 140-150.
- Anuário Estadística Agroalimentaria, 2004.
http://www.mapya.es/estadistica/Anu_04/exc/EXC14_28.xls en 01.02.2006.
- Argenta, L. C., Krammes, J.G., Megguer, C.A., Amarante, C.V. y Mattheis, J. (2003). Ripening and quality of 'Laetitia' plums following harvest and cold storage as affected by inhibition of ethylene action. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38 (10).
- Audergon, J.M. y Souty, M. (1994). Influence des facteurs genetiques et des conditions environnementales sur la qualite des fruits a la recolte. *Calidad Postcosecha y Productos Derivados en Frutos de Hueso*. Lérida.
- Audubert, A. y Chambonniere, S. (1996). Le fruit. En Reine Claude. Editions Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes, CTIFL, Paris.
- Auerswald, H., Peters, P., Bruckner, B., Krumbein, A. e Kuchenbuch, R. (1999). Sensory analysis and instrumental measurements of short-term stored tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Postharvest Biology and Technology* 15 (3), 323-334.
- Award, M. (1993). Respiração do fruto. En *Fisiologia pós-colheita de frutos*. Nobel (ed.). São Paulo.
- Azeredo, H.M.C., Faria, J.A.F. y Azeredo, A.M.C. (2000). Embalagens ativas para alimentos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 20 (3), 337-341.
- Azcon-Bieto, J. y Talon, M. (1993). *Fisiologia y bioquímica vegetal*, 1ª edición. MacGraw-Hill- Interamericana de España, Madrid.
- Baldwin, E.A. (2002). Fruit flavour, volatile metabolism and consumer perceptions. En *Fruit quality and its biological basis*. M.Knee (ed). Sheffield, USA.
- Baldwin, E.A. Scott, J.W., Einstein, M.A., Malundo, T.M.M., Carr, B.T., Shewfelt, R.L. y Tandom, K.S. (1998). Relationship between sensory and instrumental analysis for tomato flavour. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 12, 906-915.
- Barreiro, P. y Ruiz-Altisent, M. (1996). Propiedades mecánicas y calidad de frutos. *Definiciones y medidas instrumentales*. *Fruticultura Professional* 77, 48-55, 57-60.

- Barreiro, P y Ruiz-Altisent, M. (2000). Instrumentación de la calidad en frutas y hortalizas frescas. *Horticultura Internacional* 29, 14-21. <http://138.100.116.103/pdf/2000icfhf.PDF> en 15.11.06.
- Barroso, J. (1990). Estudo da biologia floral numa população regional de ameixas Rainha Claudia verde (*Prunus domestica* L.). Tese de doutoramento. Universidade de Évora. Évora.
- Beals, K.A. y Fulgoni, V. L. (2005). *Journal of the American Dietetic Association/A-61*. 105 (8), supplement 1, August.
- Beaudry, R. M. (1993). Effect of carbon dioxide partial pressure on blueberry fruit respiration and respiratory quotient. *Postharvest Biology and Technology* 3, 249-258.
- Beaudry, R. M. (1999). Effect of O₂ and CO₂ partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality. *Postharvest Biology and Technology* 15, 293-303.
- Beaudry, R. M., Deng, W., Lakakul, R. y Song, J. (1996). Interaction between the package and the packaged product: effects on respiratory and aroma volatiles. *Acta Horticulturae* 464, 327-332.
- Belitz, H. D. y Grosch, W. (1993). *Química de los alimentos* (2ª ed.). Editorial Acribia, Zaragoza.
- Ben, J. y Gaweda, M. (1992). The effect of increasing concentration of carbon dioxide in controlled atmosphere storage of plums cv. Wegierka Zwyczajna (*Prunus domestica* L.). I. Firmness of plums. *Acta Physiologiae Plantarum* 14 (3), 143-150.
- Ben-Yehoshua, S. (1996). Envasado de frutas y hortalizas de forma individualizada en películas plásticas. En *Envasado de Alimentos en Atmósferas Controladas, Modificadas y a Vacío*. Aaron Brody (ed.). Editorial Acribia, Zaragoza.
- Ben-Yehoshua, S., Fishman, S., Fang, D. y Rodov, V. (2004). New developments in modified atmosphere packaging and surface coatings for fruits. [http://www.aphnet.org/workshop/Postharvest%20%20matters/ACIAR/Postharvest%20handling%20of%20tropical%20fruits%20\(50\)/aciars50page250_318.pdf](http://www.aphnet.org/workshop/Postharvest%20%20matters/ACIAR/Postharvest%20handling%20of%20tropical%20fruits%20(50)/aciars50page250_318.pdf) en 10.02.06.
- Bengtsson, G.B., Lundby, F., Haugen, J-E., Egelanddal, B. y Marheim, J.A. (2003). Prediction of postharvest maturity and size of Victoria plums by vibration response. *Proceedings of Postharvest Unlimited. Acta Horticulturae* 599, 367-372.

- Bodria, L., Fiala, M., Guidetti, R. y Oberti, R. (2004). Optical techniques to estimate the ripeness of red-pigmented fruits. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 47 (3), 815-802.
- Bourne, M.C. (1980). Texture evaluation of horticultural crops. *HortScience* 15, 7-13; 51-56.
- Brady, C.J. (1993). Stone fruits. En *Biochemistry of fruit ripening*. Chapman & Hall. London.
- Brennan, J.G. (1988). Textural perception and measurement. *Sensory analysis of foods*. 2nd ed. Elsevier Applied Science. J. R. Piggott (ed.). London y New York.
- Byrne, D.H. (2005). Trends in stone fruit cultivar development. *HortTechnology* 15 (3), 494-500.
- Byrne, D.H., Nikolic, N. y Burns, E.E. (1991). Variability in sugars, acids, firmness, and color characteristics of 12 peach genotypes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116 (6), 1004-1006.
- Calero, F.A. (2000). Conservación de los productos vegetales en atmósfera modificada. En *Aplicación del frío a los alimentos*. AMV y Mundi-Prensa (ed.). Madrid.
- Çalışır, S., Haciseferoğullari, H., Özcan, M. y Aíslan, D. (2005). Some nutritional and technological properties of wild plum (*Prunus* spp.) fruits in Turkey. *Journal of Food Engineering* 66, 233-237.
- Calvo, C. (2002). Medida sensorial del color. *Alimentación, Equipos y Tecnología* 165, 93-99.
- Cameron, A.C., Talasila, P.C. y Joles, D.W. (1995). Predicting film permeability needs for modified-atmosphere packaging of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience* 30 (1), 25-34.
- Cano, M.P. (2000). Nuevas tecnologías de procesado y conservación de alimentos vegetales. V Simposio Nacional y II Ibérico de Post-recolección de Frutos y Hortalizas. Tenerife. 81-86.
- Cano, A., Hernández-Ruiz, J., García-Cánovas, F., Acosta, M. y Arnao, M.B. (1998). An end-point method for estimation of the total antioxidant activity in plant material. *Phytochem. Anal.*, 9, 196-202.

- Cantwell, M. (2001). Características y condiciones recomendadas para el almacenamiento por tiempo largo de frutas y hortalizas frescas. [http:// www.micantwell-ucdavis.edu](http://www.micantwell-ucdavis.edu) en 21.09.06.

- Carvalho, J. (2001). Anuário Hortofrutícola e culturas arvenses, azeite e tabaco 2000/2001. Frutos frescos e secos. Gabinete de Planeamento e Política Agro-alimentar (ed.). Ministério da Agricultura. Portugal. 14-15.

- Castellari, L., Spada, G y Castellari, M. (2001). I parametri sensoriali per definire la qualità delle pesche. Fruticoltura 6, 53-59.

- Catalá, R. (1997). Panorámica de la tecnología de envasado en atmósfera modificada. Tecnología del envasado en atmósferas modificadas. Hispack99. Instituto Tecnológico del Envase, Embalaje y Transporte. Valencia. España.

- Celikel, F.G. y Szerzelkk, M.B. (2002). A study on modified atmosphere storage of sweet cherry”. Symposium 9 (SO9) Issues and advances in postharvest horticulture. XXVI International Horticultural Congress, 248-249.

- Cevallos-Casals, B.A., Byrne, D., Okie, W.R. y Cisneros-Zevallos, L. (2006). Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties. Food Chemistry 96, 273-280.

- Chambroy, Y. y Souty, M. (1994) Rôle du CO₂ sur le comportement des fruits à noyau utilisation des atmosphères modifiées. Actas del Seminario celebrado en la Fira de LLeida, Lleida - España, Octubre, 139-169.

- Chun, O.K. y Kim, D-O. (2004). Consideration on equivalent chemicals in total phenolic assay of chlorogenic acid-rich plums. Food Research International 37, 337-342.

- Chun, O.K., Kim, D-O. y Lee, C.Y. (2003). Superoxide radical scavenging activity of major polyphenols in fresh plums. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51, 8067-8072.

- Cid, C., Sopelana, O., Otegui, I. y Partearroyo, M. (1996). Algunos aspectos sobre la refrigeración de frutas y hortalizas. Alimentación, Equipos y Tecnología Junio 96, 72-77.

- Claypool, L.L. y Allen, F.W. (1951). The influence of temperature and oxygen level on the respiration and ripening of Wickson plums. Hilgardia – Journal of Agricultural Science. 21,129-160.

- Cobianchi, D., Bergamini, A. y Cortesi, A. (1989). El ciruelo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. Espanha.
- Combrink, J.C. (1993). Plums and related fruits. En *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*. Academic Press 6, 3630-3634.
- Correa, P.C. (1994). Estudio de los índices de madurez y calidad del aguacate tratado por frío mediante ensayos no destructivos. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid.
- Costell, E. (2002). A comparison of sensory methods in quality control. *Food Quality and Preference* 13, 341-353.
- Costell, E. y Duran, L. (1981). El análisis sensorial en el control de la calidad de los alimentos. II. Planteamiento y planificación: selección de pruebas. *Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment.* 21 (2), 149-165.
- Cotner, S.D., Burns, E.E. y Leeper, P.W. (1986). Pericarp anatomy of crack-resistant and susceptible tomato fruits. *Journal of American Society for Horticultural Science*. 93, 136-137.
- Couey, H.M. (1965). Modified atmosphere storage of Nubiana plums. *American Society for Horticultural Science* 86, 166-168.
- Crisosto, C.H. (1994). Stone fruit maturity indices: a descriptive review. *Postharvest News and Information* 5 (6), 65N-68N.
- Crisosto, C.H. (1999). Optimum procedures for ripening stone fruit. En *Management of fruit ripening*. University of California. Postharvest Horticulture Series 9, 28-30. Davis.
- Crisosto, C.H. y Kader, A.A. (2000). Plum and fresh prune postharvest quality maintenance guidelines. Pomology Department. University of California. Davis.
- Crisosto, C.H. y Crisosto, G.M. (2001). Understanding consumer acceptance of early harvested 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 22, 205-213.
- Crisosto, C.H. y Kader, A.A. (2002). Plum and fresh prune postharvest quality maintenance guidelines. En *Postharvest technology of horticultural crops*. University of California, publication 3311, (3ª ed.). Adel A. Kader (ed.). Davis.
<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/112plum.pdf> en 25-11.05.

- Crisosto, C.H. y Mitchell, F.G. (2002). Postharvest handling systems: stone fruits. En Postharvest technology of horticultural crops. University of California, publication 3311, (3ªed.). Adel A. Kader (ed.). Davis.

Crisosto, C.H. y Valero, C. (2006). “Ready to eat”: maduración controlada de fruta de hueso en cámara. Horticultura 190, 32-37.

- Crisosto, C.H., Mitchell, F. G. y Johnson, S. (1995). Factors in fresh market stone fruit quality. Postharvest News and Information 6 (2), 17-21.

- Crisosto, C.H., Mitchell, F.G. y Ju, Z. (1999). Susceptibility to chilling injury of peach, nectarines, and plum cultivars grown in California. HortScience 34(6), 1116-1118.

- Crisosto, C.H., Garner, D., Crisosto, G.M. y Bowerman, E. (2004a). Increasing ‘Blackamber’ plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance. Postharvest Biology and Technology 34, 237-244.

- Crisosto, C.H., Crisosto, G.M. y Bowerman, E. (2004b). Understanding consumer acceptance of peach, nectarine, and plum cultivars. Acta Horticulturae 604, 115-119.

- Crisosto, C.H., Crisosto, G.M., Echeverria, G. y Puy, J. (2006a). Segregation of peach and nectarine (*Prunus persica* L. Batsch) cultivars according to their organoleptic characteristics. Postharvest Biology and Technology 39, 10–18.

- Crisosto, C.H., Mitcham, E. y Kader, A. A.(2006b). Ciruela. Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. Department of Pomology. University of California, CA 95616. Davis. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Ciruela.shtml> en 09.02.2006.

- Crouch, I.J. (1998). Effect of modified atmosphere packaging (MAP) on control of shrivel and overall quality of ‘Laetitia’ plums. Postharvest 96. Acta Horticulturae 464, 393-396.

- Day, B.P. (1993). Frutas y hortalizas. En Envasado de los alimentos en atmósfera modificada. A. Madrid Vicente (ed.). Madrid.

- Del-Valle, V., Almenar, E., Hernández-Muñoz, P., Lagarón, J.M., Catalá, R. y Gavara, R. (2004). Volatile organics compound permeation through porous polymeric films for modified atmosphere packaging of foods. Journal of the Science of Food and Agriculture 84(9), 937-942.

- Delwiche, M.J. (2004). The impact of perceptual interactions on perceived flavour. *Food Quality and Preference* 15, 137-146.
- Delwiche, M.J. y Baumgardner, R.A. (1983). Ground colour measurements of peach. *J. Amer.Soc.Hort. Sci.* 108 (6), 1012-1016.
- Díaz-Pérez, J.C., Siller, J., Garcia, R., Avena-Bustillos, R., Muy M., Araiza, E. y Baez, M. (1996). Postharvest behaviour of ciruela (*Spondias purpurea* L.) harvested at three different maturity stages. *Proceedings of Annual Meeting of Institute of Food Technologist. USA.*
- Dirim, S.N., Özden, H.Ö., Bayindirli, A. y Esin, A. (2004). Modification of water vapour transfer rate of low density polyethylene films for food packaging. *Journal of Food Engineering* 63, 9-13.
- Dundar, O., Ozugven, A.I., Tatli, H., Coskun, M., Daskan, Y., Kuden, A.B. y Dennis, F.G. Jr. (1997). Investigations on the postharvest physiology of some plum varieties grown in Adana, Turkey. *Proceedings of V International Symposium on Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics. Acta-Horticulturae* 441, 415-418.
- Enneking, U., Neumann, C. y Henneberg, S. (2007). How important intrinsic product attributes affect purchase decision. *Food Quality and Preferences* 18 (1), 133-138.
- Ertekin, C., Gozlekci, S., Kabas, O., Sonmez, S. y Akinci, I. (2006). Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. *Journal of Food Engineering* 75 (4), 508-514.
- Eskin, M. (1991). *Quality and preservation of fruits*. CRC Press, Boca Raton, Florida U.S.A.
- Exama, A., Azul, J., Lencki, R.W., Lee, L.Z. y Toupin, C. (1993). Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Journal of Food Science* 58(6), 1365-1369.
- FAO (2006) <http://faostat.fao.org/faostat> 2006 en 25/09/2006.
- Fennema, O.R. (2000). Características de los tejidos vegetales comestibles. En *Química de los alimentos*. 2ªed. Acribia (ed.). Zaragoza.
- Ferguson, I.B. y Boyd, L.M. (2002). Inorganic Nutrients and Fruit Quality. En *Fruit quality and its biological basis*. M.Knee (ed). Sheffield, USA.

- Fernández-Trujillo, J.P., Martínez, J.A. y Artés, F. (1999). Modified atmosphere packaging affects the incidence of cold storage disorders and keeps 'flat' peach quality. *Food Research International* 31, 571-579.
- Fernández-Trujillo J.P., Cano A. y Artés F. (2001). Interactions among cooling, fungicide and postharvest ripening temperature on peaches. *International Journal of Refrigeration* 23, 457-465.
- Ferrer, A, Remón, S, Negueruela, A.I. y Oria, R. (2005). Changes during the ripening of the very late season Spanish peach cultivar Calanda. Feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices. *Scientia Horticulturae* 105, 435-446.
- Fishman, S., Rodov, V. y Ben-Yehoshua, S. (1996). Mathematical model for perforation effect on oxygen and water vapour dynamics in modified atmosphere packages. *Journal of Food Science* 61(5), 956-961.
- Food Technology Comercial Space Center (FTCSC) (2002). NASA (Nacional Aeronautics and Space Administration). Vol 3 Issue3 <http://www.ag.iastate.edu/centers/ftcsc/media/oct2002.pdf> en 21.12.2005
- Fonseca, J. (2001). Análise de variância. En *Estatística matemática*. Vol.2 Ed. Sílabo.
- Fonseca, C.S.S.B. (2005). Pós-colheita embalagem e conservação de ameixa, utilizando três tipos de filmes complexos de poliolefinas. Trabalho de fim de curso. Universidade de Évora. Évora.
- Fonseca, S.C., Oliveira, F. A. R. y Brecht, J. K. (2002). Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. *Journal of Food Engineering* 52, 99-119.
- Fowler, J. y Cohen, L. (1994). Measuring correlations. En *Practical statistics for field biology*. John Wiley and Sons (ed.). New York.
- Gast, K.L.B. (1991). Storage conditions – fruits and vegetables. *Postharvest Management of Commercial Horticultural Crops*. Kansas State University. USA. <http://www.oznet.ksu.edu/library/hort2/mf978.pdf> 20.01.2006.
- Gervasini, C.R. (2002). Influencia del retraso en la refrigeración sobre la calidad de cerezas (*Prunus avium* L.) 'Van' y 'Ambrunés' cultivadas en el Valle del Jerte. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. Badajoz.

- Gil, M.I., Tomás-Barberán, F.A., Hess-Prince, B. y Kader, A. A. (2002). Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids and plum cultivars from California. *J. Agric. Food Chem.* 50, 4976-4982.

- Gimeno, R., Cosano, G. y López, A. (1995). Conservación de los alimentos mediante atmósfera modificada. *Vegetales de IV Gama. Alimentaria* 95/89, 89-100.
- Giró, M.R. (1998). Envasado de alimentos bajo atmósfera protectora. *Alimentación, Equipos y Tecnología.* Junio, 87-92.

- Giró, M.R. (1999). Envasado de productos vegetales bajo atmósfera protectora. *Horticultura Internacional.* 25-27.

- Gómez A.H., Wang J. y Garcia Pereira A. (2005). Impulse response of pear fruit and its relation to Magness-Taylor firmness during storage. *Postharvest Biology and Technology* 35(1), 209-215.

- González, L., Lafuente, M.T. y Zacarias, L. (2002). Maturation of loquat fruit (*Eriobotrya japonica* Lindl.) under Spanish growing conditions and its postharvest performance. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC), València.
<http://ressources.ciheam.org/om/pdf/a58/03600160.pdf> en 23/07/2006.

- Gorini, F. (1991). Evoluzioni fisiologiche degli ortofrutticoli dopo la raccolta: le norme per gli impianti di conservazione. *Rivista de Frutticoltura* 5, 7-18.

- Gorini F. (1994). La salvaguardia della qualità post-racolta. *Conservazione e qualità della frutta.* Edagricole (ed.). S.P.A., Bologna.

- Gorny, K.R. y Kader, A.A. (1996). Regulation of ethylene biosynthesis in climacteric apple fruit by elevated CO₂ and reduced O₂ atmospheres. *Postharvest Biology and Technology* 9, 311-323.

- Gottinari, R.A., Rombaldi, C. V., Silveira, P. y Araújo, P. J.(1998). Frigoconservação de pêssego (*Prunus persica* L. Batsch) cv. BR1. *Rev. Bras. de Agrociência* 4 (1), 47-54.

- Greengras, J. (1993). Films para envasado en atmósfera modificada. En *Envasado de los alimentos en atmósfera modificada.* A. Madrid Vicente (ed.). Madrid.

- Grierson, W. y Wardowski, W.F. (1978). Relative humidity effects on the postharvest life of fruits and vegetables. *HortScience* 13(5), 570-574.

- Guillén, F., Martínez.Romero, D., Serrano, M., Burló, F., Carbonell, A., Valero, D., Riquelme, F (2000). Efecto del tratamiento con espermina en la mejora de la vida útil postrecolección de la ciruela “Golden Japan. V Simposio Nacional y II Ibérico de Post-recolección de frutos y hortalizas 65-68. Tenerife.

- Guillén, F., Valverde J. M., Martínez-Romero, D., Castillo S., Valero, D., Serrano M. (2005). Prolongación de la vida útil de ciruelas tardías recolectadas en estado de madurez avanzado tratadas con 1-MCP. V Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas, IV Congreso Iberoamericano de Ciencias Hortícolas 333-339. Porto.

- Haard, N.F. y Chism, G.W. (2000). Características de los tejidos vegetales comestibles. En Química de los alimentos. 2ªEd. Fennema O.R. Acribia (ed.). Zaragoza.

- Hardenburg, R.E., Watada, A.E. y Wang C.Y. (1990). The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. United States Department of Agriculture, Agriculture Research Service, Agricultural Handbook nº 66. Washington D.C.

- Harker, F.R., Gunson, F.A., Brookfield, P.L. y White, A. (2002a). An apple a day: the influence of memory on consumer judgment of quality. Food Quality and Preference 13, 173-179.
- Harker, F.R., Maindonald, J., Murray, S.H., Gunson, F.A., Hallet, I.C. y Walker S.B. (2002b). Sensory interpretation of instrumental measurements 1: texture of apple fruit. Postharvest Biology and Technology 24, 225-239.

- Harker, F.R., Marsh, K.B., Young, H., Murray, S.H., Gunson, F.A. y Walker, S.B. (2002c). Sensory interpretation of instrumental measurements 2: sweet and acid taste of apple fruit. Postharvest Biology and Technology 24, 241-250.

- Harker, F.R., Norquay, C., Amos, R., Jackman, R., Gunson, A. y Williams, M. (2005). The use and misuse of discrimination tests for assessing the sensory properties of fruit and vegetables. Postharvest Biology and Technology 38, 195-201.

- Hegde, S. y Maness, N.O. (1998). Changes in apparent molecular mass of pectin and hemicelulose extracts during peach softening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123 (3), 445-456.

- Herrero, A. y Guardia, J. (1992). Conservación de Frutos – Manual Técnico (ed.). Mundi-Prensa.

- Heyes, J.A. y Sealey, D.F. (1996). Textural changes during nectarine (*Prunus persica*) development and ripening. Scientia Horticulturae 65, 49-58.

- Hoehn, E., Gasser, F., Naepflin, B. y Ladner, (2004). Consumer expectations and soluble solids, acidity and firmness of plums (*Prunus domestica* 'Cacaks beauty'). V International Postharvest Symposium. Verona.
- Hofman, P.J. y Smith, L.G. (2004). Preharvest effects on postharvest quality of subtropical and tropical fruits. Postharvest handling of tropical fruits. ASEAN Postharvest Horticulture Network Proceedings nº 50.
[http://www.aphnet.org/workshop/Postharvest%20%20matters/ACIAR/Postharvest%20handling%20of%20tropical%20fruits%20\(50\)/aciars50page250_318.pdf](http://www.aphnet.org/workshop/Postharvest%20%20matters/ACIAR/Postharvest%20handling%20of%20tropical%20fruits%20(50)/aciars50page250_318.pdf) en 10.02.2006
- Holcroft, D.M. y Kader, A.A. (1999). Controlled atmosphere-induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology 17, 19-22.
- ISO 6662 (1983). Plums – Guide to Cold Storage. 1ª Ed.
- ISO 750 (1981). Produits dérivés des fruits et légumes – Détermination de l'acidité titrable
- ISO 874 (1980). Fresh fruits and vegetables – Sampling.
- ISO 5492 (Standard) (1992). Terms relating to sensory analysis.
- Issanchou, S., Schlich, P. y Lesschaeve, I. (1997). Sensory analysis. Methodological aspects relevant to the study of cheese. Le Lait 77, 5-12.
- Jacobsson, A., Nielsen T., Sjöholm I., Wendin K. (2004). Influence of packaging material and storage condition on the sensory quality of broccoli. Food Quality and Preference 15 (4), 301-310.
- Jaime, P., Ferrer, A., Oria, R. y Salvador, M.L. (2000). Actividad respiratoria del melocoton tardío de calanda en distintos estadios de madurez. V Simposio Nacional y II Ibérico de Post-recolección de frutos y hortalizas 36-39. Tenerife.
- Jarén, M.C. (1994). Detección de la textura de frutos por medio de impactos no destructivos: desarrollo y aplicaciones del procedimiento de clasificación. Tese de Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
- Jongen, W.M.F. (2000) Food supply chains: from productivity towards quality. Fruit and Vegetable Quality. An integrated View. Technomic Publishing Company, Lancaster.

- Kader, A.A. (1985). Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. *HortScience* 20, 54-57.
- Kader, A.A. (1986). Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology* 40 (5) 99-100.
- Kader, A.A. (1992). Atmósferas modificadas durante el transporte y almacenamiento de frutas y hortalizas frescas. *Alimentación*, Junio 94-102.
- Kader, A.A. (1999). Fruit maturity, ripening, and quality relationships. *Proceedings International Symposium on Effect of Pre- and Post Harvest Factors on Storage of Fruit. Acta Horticulturae* 485, 203-208.
- Kader, A.A. (2000). Advances in CA/MA applications. *Perishables Handling Quarterly* Sigue. University of California 104, 8-9. Davis.
- Kader, A.A. (2002a). Postharvest technology of horticultural crops. University of California, publication 3311, 3ª (ed.). Adel A. Kader (ed.). Davis.
- Kader, A.A (2002 b). Fruits in the global market. En *Fruit quality and its biological basis*. M.Knee (ed). Sheffield, USA.
- Kader, A.A. (2003). A summary of CA requirements and recommendations for fruits other than apples and pears. *Proceedings of VIII International CA Conference. Acta Horticulturae* 600, 737-740.
- Kader, A.A. y Watkins, C.B. (2000). Modified atmosphere packaging-toward 2000 and beyond. *HortTechnology* 10 (3), 483-486.
- Kader, A.A., Ben-Arie, R. y Philosoph-Hadas, S. (2001). Quality assurance of harvested horticultural perishables. *Proceedings of IV International Conference on Postharvest Science. Acta-Horticulturae* 553 (1), 51-55.
- Kays, S.J. (1999). Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biology and Technology* 15, 233-247.
- Karlsen, A.M., Aaby, K., Sivertsen, H., Baardseth, P. y Ellekjær, (1999). Instrumental and sensory analysis of fresh Norwegian and imported apples. *Food Quality and Preference* 10, 305-314.

- Kenfield, S. (2006). La madurez como llave para la competitividad. *Horticultura* 193, 78-79.
- Kidd, F. y West, C. (1930). Physiology of fruits: Changes in the respiratory activity of apples during senescence at different temperatures. *Proc. R. Soc. London* 106, 93.
- Kim, D-O, Chun, O.K., Kim, Y.J., Moon, H-Y. y Lee, C.Y. (2003a). Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51, 6509-6515.
- Kim, D-O, Jeong, S.W. y Lee, C.Y. (2003b). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry* 81, 321-326.
- Klein, J.D. y Lurie, S. (1991). Postharvest heat treatment and fruit quality. *Postharvest News and Information*, 2(1), 15-19.
- Kluge, R.A. y Jacobino, A.P. (2002). Shelf life of peaches treated with 1-Methylcyclopropene. *Scientia Agrícola* 59 (1), 69-72.
- Kluge, R.A., Bilhalva, A.B. y Cantillano, R.F. (1996). Armazenamento refrigerado de ameixas “Reubennel” (*Prunus salicina* Lind.): efeitos do estágio de maturação e do polipropileno. *Scientia Agrícola* 53(2-3), 226-231.
- Kluge, R.A., Bilhalva, A.B. y Cantillano, R.F. (1999a). Influência do estágio de maturação e da embalagem de polietileno no frigoconservação de ameixa. *Pesq. Agropec.Brasileira* 14 (3), 323-329.
- Kluge, R.A., Cantillano, R.F. y Bilhalva, A.B. (1997). Colapso de polpa em ameixas ‘Santa Rosa’ armazenadas em diferentes regimes de temperatura. *Rev. Bras. de Agrociência* 3 (3), 125-130.
- Kluge, R.A., Filho, J.A.S., Jacobino, A.P. y Marques, C. (1999b). Embalagens plásticas para pêssegos ‘Flordaprince’ refrigerados. *Scientia Agrícola* 56 (4), 843-850.
- Kóster, E.P. (1990). Les épreuves hédoniques. En *Evaluation sensorielle – manuel méthodologique*. Technique e documentation Lavoisier (ed.). Paris.
- Kovács, E. y Kallay, C. (2004). Quality changes of plums as a function of ripening and cultivars. The 8 th International symposium on Plum and Prune. Fruit quality and postharvest. Grønn Kunnskap e 8(112H) 1-6 Vangdal E. (ed.). Noruega.

- Kramer, A. y Szczesniak, A.S. (1975). Texture measurements of foods. D. Reidel Publishing Company. Dordrech, Holand.
- Kruger, L., Holcroft, D.M., Huysamer, M y Cook, N.C. (2005). High-density orchards improve the quality of 'Songold' plums from lower, more shaded canopy positions. South African Journal of Plant and Soil 22, 84-88.
- Labuza, T. (s/d). Determination of the shelf life of foods. http://faculty.che.umn.edu/fscn/Ted_Labuza/PDF_files/papers/General%20Shelf%20Life%20Review.pdf en 10.02.2006.
- Land, D.G. y Shepherd, R. (1988) Scaling and ranking methods. En Sensory analysis of food. Piggott J.R. (ed.). Elsevier Applied Science.
- Lange, J. y Wyser, Y. (2003). Recent innovations in barrier technologies for plastic packaging – a review. Packaging Technology and Science 16, 149-158
- Lee, D.S., Hagggar, P.E., Lee, J. y Yam, K.L. (1991). Model for fresh produce respiration in modified atmospheres based on principles of enzyme kinetics. Journal of Food Science 56(6), 1580-1585.
- Linden, G. (1995). Analytical techniques for foods and agricultural products. VCH Publishers, Inc. New York.
- López, R.A. y Rodríguez J.P.Z. (2000). Productos vegetales: Procesos fisiológicos post-recolección. En Aplicación del frío a los alimentos. Instituto del Frío (CSIC). Mundi-Prensa 41-68.
- Louro, L. y Nunes, J.C. (1988). Análise sensorial em alimentos. DTIA 95, Estudos e Documentos – 33 INETI, Lisboa.
- Lozano, M., Hernández, M.T., Gervasini, C., Calvo, P., Castro, F.J. y Cabanillas, J. (2001). Caracterización nutricional de la ciruela “negra friar”. IV Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Cáceres.
- Lurie, S. (1998). Postharvest heat treatments. Postharvest Biology and Technology 14, 257-269.
- MacDougall, D.B. (1988). Colour vision and appearance measurement. En Sensory analysis of food. (2ª ed.). Piggott J.R. (ed.) Elsevier Applied Science. London y New Cork.

- Macrae, R., Robinson, R.K. y Sadler, M.J. (1993). *Encyclopaedia of Food Technology and Nutrition* Vol VI. Academic Press. London.
- Malgarim, M.B., Cantillano, F.R.F., Treptow, R.O., Souza, E. L. y Coutinho, E.F. (2005). Estádios de maturação e variação da temperatura de armazenamento na qualidade pós-colheita de ameixas cv. Amarelinha. *Revista. Brasileira Fruticultura* 27 (1), 29-35.
- Martínez-Madrid, M.C., Flores, F. y Romojaro, F. (2000). Factores que determinan la calidad de la producción hortofrutícola. Post-recolección de frutos y hortalizas. V Simposio Nacional y II Ibérico. Puerto de la Cruz, Tenerife.
- Martínez-Romero, D., Castillo, S. y Valero, D. (2003). Forced-air cooling applied before fruit handling to prevent mechanical damage of plums (*Prunus salicina* Lindl.). *Postharvest Biology and Technology* 28, 135-142.
- Martorell, I.S. (1993). Concepto general de la calidad, necesidad de elaborar calidad total y su medición y evaluación en frutos y hortalizas. *Maduración y Post-Recolección 93*. La calidad en frutos y hortalizas. Sociedad Española de Fisiología Vegetal. Albi, Gutierrez y Roca (ed.). Madrid.
- Massapina, J.F. (1991). Guia do extensionista, cultura da ameixeira – informação técnica. Ministério da Agricultura, Secretaria de Estado da Agricultura, Direcção Regional de Agricultura do Algarve.
- Massignam, L., Traversi, D. y De Leo, P. (1994). Il confezionamento dei prodotti ortofrutticoli freschi con film plastici semipermeabili. En *Conservazione e qualità della frutta*. Edagricole (ed.). S.P.A., Bologna.
- Mattheis, J.P. y Fellman, J.K. (1999). Preharvest factors influencing flavour of fresh fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 15, 227-232.
- McClements J. (2004). En www-unix.oit.umass.edu/~mcclements/581Rheology.html en 21.05.2004.
- McGuire, R. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27, 1254-1255.
- Mehinagic, E., Royer G., Symoneaux, R., Bertrand, D. y Jourjon, F. (2004). Prediction of the sensory quality of apples by physical measurements. *Postharvest Biology and Technology* 34, 257-269.

- Meyer, Marco I., Paltrinieri, G., Olmos, C, Figueroa, J. (1982). Control de calidad de productos agropecuarios. Manuales para Educación Agropecuaria. Trillas (ed.). 33, 34, 57. Mexico.

- Mencarelli, F., Massantini R., Lanzarota L. y Botondi. R. (1994). Accurate detection of firmness and colour changes in the packing of table grapes with paper dividers. *Journal of Horticultural Science* 69 (2), 299-304.

- Mir, N. y Beaudry, R.M. (2004). Modified atmosphere packaging. *Agriculture handbook* 66 (HB – 66). University of California, Davis.

- Mitcham, E.J. (2006). Postharvest. Flavor is the key to increase consumption. *American/Western Fruit Grower. Postharvest Technology*, 66. University of California, Davis.

- Mitcham, B. y Kader, A.A. (1997). Methods for determining quality of fresh horticultural commodities. *Fresh-cut products: Maintaining Quality and Safety*. September 16-18. University of California, Davis.

- Mitchell, F.G. (1987). Influence of cooling and temperature maintenance on the quality of California grown stone fruit. *Rev. Int. Froid*. 10, 77-81.

- Mizrach, A. (2004). Assessing plum fruit quality attributes with an ultrasonic method. *Food Research International* 37, 627-631.

- Moyls, A.L., McKenzie, D.L., Hocking, R.P., Toivonen, P.M.A., Delaquis, P., Girard, B. y Mazza, G. (1998). Variability in O₂, CO₂ and H₂O transmission rates among commercial polyethylene films for modified atmosphere packaging. *Transactions of the ASAE* 41(5), 1441-1446.

- Murray, J.M., Delahunty, C.M. y Baxter, I.A. (2001). Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Food Research International* 34, 461-471.

- Murray, J.X., Holcroft, D.M., Cook, N.C. y Wand, S.J.E. (2005). Postharvest quality of 'Laetitia' and 'Songold' (*Prunus salicina* Lindell) plums as affected by preharvest shading treatments. *Postharvest Biology and Technology* 37, 81-92.

- Nanos, G.D. y Mitchell, F.G. (1991). Carbon dioxide injury and flesh softening following high-temperature conditioning in peaches. *HortScience* 26(5), 562-563.

- Nascimento, L.M., Chitarra, A.B. y Chitarra, M.I.F. (1990). Postharvest physiology of four plum (*Prunus* sp.) cultivars stored under different conditions. *Colectânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos* 20, 155-171.
- Nergiz, C. y Yildiz, H. (1997). Research on chemical composition of some varieties of european plums (*Prunus domestica* L.) adapted to the aegean district of Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45, 2820-2823.
- Nilsson, T. (2000). Postharvest handling and storage of vegetables. En *Fruit & Vegetable Quality – An integrated view*. Shewfelt R. L. y Bruckner, B. (ed.). Technomic Publishing CO. USA.
- Nunes, E.E., Vilas-Boas, B.M., Carvalho, G.L., Siqueira, H.H. y Lima, L.C.O. (2004). Vida útil de pêssegos ‘Aurora’ armazenados sob atmosfera modificada e refrigeração. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26 (3), 438-440.
- Padilla-Zakour, O.I., Tandon, K.S. y Wargo J. M. (2004). Quality of modified atmosphere packaged ‘Hedelfingen’ and ‘Lapins’ sweet cherries. *HortTechnology* 14 (3).
- Pacheco-Ribeiro, G. (1998). Textura de queijo - um estudo de variáveis de processamento. Tese de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa
- Pacheco-Ribeiro, G., Bernalte-Garcia, M.J., Correia, A., Mimoso, S. y Agulheiro-Santos, A.C. (2002). Estudio de la vida útil de ciruela ‘Reina Claudia verde’ después de su conservación en frío. *Maduración y Post-Recolección 2002 VI Simposio Nacional y III Iberico*, Madrid.
- Pacheco-Ribeiro, G., Agulheiro-Santos, A.C. y Bernalte-Garcia, M.J. (2003). Estudo da evolução da ameixa ‘Rainha Claudia verde’ em dois estados de maturação conservada em frio. *6º Encontro de Química de Alimentos I*. Lisboa
- Pagalday, L. y Ruiza-Altisent, M. (1983). Estructura histologica de la piel del tomate en relación con su resistencia mecánica. *INIA, Serie agrícola nº 22* (7) Madrid.
- Palara, U. (1996). Situazione, sviluppi e particolarità della coltura del susino da tavola in Francia. *Rivista de Fruticoltura* 9 (96), 45-48.
- Palou, L., Crisosto, C.H., Garner, D. y Basinal, L.M. (2003). Effect of continuous exposure to exogenous ethylene during cold storage on postharvest decay development and quality attributes of stone fruits and table grapes. *Postharvest Biology and Technology* 27, 243-254.

- Parry, R.T. (1993). Envasado de los alimentos en atmósfera modificada. A. Madrid Vicente (ed.). Madrid.
- Paul, D.R. y Clarke, R. (2002). Modelling of modified atmosphere packaging based on designs with a membrane and perforations. *Journal of Membrane Science* 208, 269-283.
- Pech, J.C., Raynal, J. y Latché, A. (1994). Physiologie des fruits a noyau lors du development et de la maturation sur l'arbre. *Calidad Postcosecha y Productos Derivados en Frutos de Hueso*. Lérida.
- Peirs, A., Parmentier, V., Wustenbergehs, H., Keulemans, J., Herregods, M., Nicolai, B., Jager, A. y Roy, S.K. (2000). Comparisons of quality evolution during storage between different cultivars of plums. *Proceedings XXV International Horticultural Congress. Acta-Horticulturae* 518, 145-150.
- Pérez-Vicente, A., Martínez-Romero, D., Carbonell, A., Serrano, M., Riquelme, F., Guillén, F. y Valero, D. (2002). Role of polyamines in extending shelf life and the reduction of mechanical damage during plum (*Prunus salicina* Lindl.) storage. *Postharvest Biology and Technology* 25 (1), 25-32.
- Perry, C.A. y Carroad, P.A. (1980). Instrument for texture of small curd Cottage cheese and comparision to sensory evaluation. *J.Food Sci.* 45, 798-801.
- Piergiovanni, L. (1995). Il confezionamento in atmosfera modificata dei prodotti alimentari. *Rivista Italiana Eppos* sedicesimo numero. Università di Milano. Milano.
- Plaza, P. y Costa, E. (2005). Innovaciones tecnológicas para preservar y determinar la calidad de la fruta. *Horticultura* 184, 44-47.
- Plich, H. y Michalczuk, L. (1999). The effect of storage conditions and date of picking on storability and quality of some plum (*Prunus domestica* L.) fruit cultivars. *Acta-Horticulturae* 485, 301-307.
- Plich, H., Grzyb, Z.S., Zmarlicki, Z. y Sitarek M. (1998) Postharvest market life potential of some plum fruit cultivars (*Prunus domestica* L.) grown in Poland. *Proceedings of the VIth International Symposium on Plum and Prune Genetics, Breeding and Pomology. Acta-Horticulturae* 478, 119-125.
- Plich, H. (2000). The internal breakdown the main reason of low plum fruit quality preservation in cold storage. *Zeszyty Naukowe Instytut Sadownictwa I Kwia ciarstwa Skierniewicach* 8, 371-382.

- Plich, H. (1999). The effect of storage conditions and date of picking on storability and quality of some plum (*Prunus domestica* L.) fruit cultivars. International Symposium Effect of Pre- and Postharvest factors in Fruit Storage. Acta-Horticulturae 485.
- Plocharski, W. y Konopacka, D. (1998). Texture and quality of plums in relation to degree of ripeness and storage conditions. Acta-Horticulturae 464.
- Popper, R. y Kroll, J.J. (2005). Conducting sensory research with children. Journal of Sensory Studies 20, 75.
- Pretel M.T., Serrano M., Martinez G., Riquelme F. y Romojaro F. (1993). Influence of films of different permeability on ethylene synthesis and ripening of MA-packaged apricots. Lebensmittel Wissenschaft Technologie 26 (1), 8-13.
- Prentice, J.H. (1984). Measurements in the rheology of foodstuffs. Elsevier Applied Science, Essex. 153-163.
- prNP – 4263 (1994). Projecto Norma Portuguesa – Análise Sensorial – vocabulário. Instituto dos Mercados Agrícolas e Indústria Agro-Alimentar. IPQ – Instituto Português da Qualidade. Lisboa.
- Rato, A.E. 2003. Ethylene production and respiration rate in ‘green gage’ plums (*Prunus domestica* L.). Biotechnology of the Plant Hormone Ethylene III. Vendrell, M., Klee, H., Pech, J.C. and Romojaro, F. (ed.). IOS Press, Netherlands. 449-450.
- Redgwell, R.J. y Fischer, M. (2002). Fruit texture, cell wall metabolism and consumer perceptions. En Fruit quality and its biological basis. M.Knee (ed). Sheffield, USA.
- Reid, M.S. (2002). Maturation and maturity indices. Postharvest Technology of Horticultural Crops publication 3311, (3ª ed.) 55-62. University of California, Davis.
- Retamales, J. y Defilippi, B. (2000). Comportamiento en postcosecha de frutos de un híbrido de ciruelo y damasco (pluot) var. Flavorich y efectos de atmosfera. Agricultura Técnica 60 (2), 166-172.
- Robin, J.P. Abbal y Salmon, J. (1997). Fermeté et maturation du raisin. Définition et évolution de différents paramètres rhéologiques au cours de la maturation. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin 31 (3), 127-138.
- Rocha, A.M.C.N. y Morais, A.M.M.B. (2003). Shelf life of minimally processed apples (cv.Jonagored) determined by colour changes. Food Control 14, 13-20.

- Rocha, A.M.C.N., Barreiro M.G. y Morais A.M.M.B. (2004). Modified atmosphere package for apple 'Bravo de Esmolfe'. Food Control 15, 61-64.
- Rombaldi, C.V., Silva, J.A., Machado, L.b., Parussolo, A., Master, L.C. y Daniela, R. (2001). Ponto de colheita e período de armazenamento refrigerado na qualidade de pêssegos (*Prunus pérsica*, L.) de mesa, cv. Chiripá. Ciência Rural 31, 19-25.
- Romojaro, F., y Riquelme, F. (1994). Criterios de calidad del fruto. Cambios durante la maduración. Identificación de criterios no destructivos. Calidad Postcosecha y Productos Derivados en Frutos de Hueso. Lérida.
- Romojaro F., Riquelme F., Pretel M.T., Martínez G., Serrano M., Martinez C., Lozano P., Segura P. y Luna P.A. (1996). Nuevas tecnologías de conservación de frutas y hortalizas. Mundi Prensa. Madrid.
- Ruiz-Altisent, M. y Chen, P. (1990). Control de calidad en productos agrícolas. Máquinas y tractores agrícolas, nº2. Madrid.
- Ruiz-Altisent, M. y Ubierna, C. (1996). Propiedades cualitativas de las frutas para el consumidor. Qué se puede medir hoy? Fruticultura Profesional 77, 48-54.
- Ruiz-Altisent, M., Lleó, L. y Riquelme, F. (2006). Instrumental quality assessment of peaches: Fusion of optical and mechanical parameters. Journal of Food Engineering 74, 490-499.
- Saltveit, M.E. (1996). Climacteric fruit produce a diminished respiratory climacteric when ripened on the plant. HortScience 31(4), 690-691.
- Saltveit, M.E. (1999). Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. Postharvest Biology and Technology 15, 279-292.
- Sams, C.E. (1999). Preharvest factors affecting postharvest texture. Postharvest Biology and Technology 15, 249-254.
- Sansavini, S. (1994). Conservazione e qualità della frutta. Edagricole (ed.). Bologna.
- Schreiner, M., Huyskens-Keil, S., Krumbein, A., Schonhof, I. y Linke, M. (2000). Environmental effects on product quality. En Fruit and vegetable quality- an integrated view. Technomic Publishing Company. Shewfelt and Brückner (ed.). Lancaster, USA.

- Seymour, G.B., Taylor, J.E. y Tucker, G.A. (1993). Biochemistry of fruit ripening. Chapman & Hall. Cambridge.

- Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillén, F. y Valero, D. (2003). Effects of exogenous putrescine on improving shelf life of four plums cultivars. *Postharvest Biology and Technology* 30, 259-271.

- Serrano, M., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F. y Valero, D. (2004). Effect of preharvest sprays containing calcium, magnesium and titanium on the quality of peaches and nectarines at harvest and during postharvest storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84, 1270-1276.

- Sherman P. (1988). The sensory-rheological interface. En *Food structure – its creation and evaluation*. Blanshard J.M.V. y Mitchell J.R. (ed.). Butterwords, London.

- Shewfelt, R.L. (1993). Measuring quality and maturity. En *Postharvest handling: a system approach*. Shewfelt R.L. y Prussia S.E (ed.). Academic Press. USA.

- Shewfelt, R.L. (1999). What is quality? *Postharvest Biology and Technology* 15, 197-200.

- Shewfelt, R.L. (2000). Fruit and vegetable quality. En *Fruit and vegetable quality- an integrated view*. Technomic Publishing Company. Shewfelt y Brückner (ed.). Lancaster, USA.

- Shmulevich, I. (2003). Nondestructive texture assessment of fruits and vegetables. *Proceedings of Postharvest Unlimited. Acta Horticulturae* 599, 289-296.

- Singh, S.N., Mangat, H.S., Bal, J.S. y Bindra, A.S. (1990). Biochemical changes during ripening of plum (*Prunus salicina* Lindl.). *Acta Horticulturae* 283.

- Sinobas, L.R., Ruiz-Altisent, M. y Perez, J.P.L. (1990). Bruise development and fruit response of pear (cv. Blanquilla) under impact conditions. *Journal of Food Engineering* 14, 289-301.

- Somogyi, L., Barret, D. y Hui, Y. (1996). Major processed products, processing fruits: *Science and Technology* vol. 2. Technomic Publishing Company. Lancaster, USA.

- SSHA (Société Scientifique d’Hygiène Alimentaire), ISHA (Institute Scientifique d’Hygiène Alimentaire) (1990). *Evaluation Sensorielle – Manuel Méthodologique, Technique & Documentación*. Lavoisier (APRIA), Paris.

- Stacewicz-Sapuntzakis, M., Bowen, P., Hussain, E.A., Damayanti-Wood, B.I. y Farnsworth, (2001). Chemical composition and potential health effects of prunes: A functional food? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 41(4), 251-286.

- Stampanoni, C.R. y Noble, A.C. (1991). The influence of fat, acid and salt on the perception selected taste and texture attributes of cheese analogs: a scalar study. *J. Texture Studies* 22, 367-380.

- Staniforth, J. (2004). A question of consistency and quality. *Colour Analysis. New food* 7, 20-22.

- Stephen, J. (1993). Chilled storage. En *Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition*. Academic Press vol. 2, 875-886.

- Stone, H. y Sidel, J.L. (1985). *Sensory evaluation practices*. Academic Press. Orlando, Florida.

- Storey, R. y Price, W.E. (1999). Microestructure of the skin of 'd'Agen' plums. *Scientia Horticulturae* 81, 279-286.

- Supreetha, H. y Niels O.M. (1998). Changes in apparent molecular mass of pectin and hemicellulose extracts during peach softening. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 123 (3), 445-456.

- Talasila, P.C., Chau, K.V. y Brecht J.K. (1995). Design of rigid modified atmosphere packages for fresh fruits and vegetables. *Journal of Food Science* 60 (4), 758-762.

- Thai, C.N. (1993). Modelling quality characteristics. En *Postharvest handling: a systems approach*. Academic Press. USA

- Thompson, A.K. (1998a). *Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables*, CAB International (ed.). UK, USA.

- Thompson, J.F. (1998b). Ripening facilities. *Management of fruit ripening*. University of California. *Postharvest horticulture series* nº 9. A.A. Kader (ed). Davis.

- Thompson J.F. (2002). *Storage Systems. Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California, publication 3311, 3ª (ed.). A. A. Kader (ed.). Davis.

- Tornadijo, M.E. y Fresno, J.M. (2004). Fundamento, tecnología y aplicaciones del envasado de los alimentos en atmósfera modificada. *Alimentación, Equipos y Tecnología* 189, 101-109.
- Torres Zapata, G.T., López Alonzo, R. y Blanco Espeso, B. (2005). Envase activo e inteligente. *Alimentación, Equipos y Tecnología* Abril, 56-64.
- Tourjee, K.R., Barrett, D.M., Romero, M.V. y Gradziel, T.M. (1998). Measuring flesh color variability among processing Clingstone peach genotypes differing in carotenoid composition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123 (3), 433-437.
- Tucker, G.A. (1993). Introduction. En *Biochemistry of fruit ripening*. Chapman & Hall. Cambridge.
- Tudela, J.A., Villaescusa, R., Artés-Hernandez, F. y Artés, F. (2001). Transporte y distribución de melocotón 'Miraflores' bajo atmósfera modificada. IV Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Cáceres.
- Turk, R., Ozkurt, A.S. y Sass, P. (1994). The storage of some stone fruits in modified atmosphere. *International Symposium on Postharvest Treatment of Horticultural Crops. Acta Horticulturae* 368, 850-855.
- Valero, D. y Ruiz-Altisent, M. (1998). Equipos de medida de calidad organoléptica en frutas. *Fruticultura Profesional* 95, 38-43.
- Valero, D., Martínez-Romero, D. y Serrano, M. (2002a). The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. *Trends in Food & Technology* 13, 228-234.
- Valero, D., Pérez-Vicente, A., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F. y Serrano, M. (2002b). Plum storability improved after calcium and heat postharvest treatments: roles of polyamines. *J. Food Science* 67, 2571-2575.
- Valero, C., Crisosto, C.H., Garner, D., Bowerman, E. y Slaughter, D. (2003). Introducing non-destructive flesh colour and firmness sensors to the tree fruit industry. *Conference on Quality in Chains*, Wageningen.
- Valero, D., Martínez-Romero, D., Valverde J.M., Guillén, F., Castillo, S. y Serrano, M. (2004). Could the 1-MCP treatment effectiveness in plum be affected by packaging? *Postharvest Biology and Technology* 34 (3), 295-303.

- Vargas, M.O. (2003). Las Ciruelas. www.guiadelgolfo.com/ene_01_03/salud_13.htm en 12.10 2006.
- Veldhuizen, M.G., Wuister, M.J.P. y Cróese, J.H.A. (2006). Temporal aspects of hedonic and intensity responses. *Food Quality and Preference* 17 (6), 489-496.
- Vendrell, M. y Carrasquer, A.M. (1994). Fisiología postcosecha de frutos de hueso. *Calidad Postcosecha y Productos Derivados en Frutos de Hueso*. Lérída.
- Vermeiren, L., Devlieghere, F., Van Beest, M., Kruijf, N. y Debevere, J. (1999). Trends in *Food Science & Technology* 10, 77-86.
- Visschers R. (2005). La dynamique de la texture. *Process*. Septembre n°1218, 43.
- Voisey, P.W., Lyall, L.H. y Kloek, M. (1970). Tomato skin strength its measurements and relation to cracking. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 95 (4), 485-488.
- Wai, W.K., Li Y., Stroshine, R.L. y Krutz, G.W. (1994). Sugar content in fresh vegetables and fruits using an 1hr-mr sensor. *Nut and Vegetable Production Engineering*. Valencia-Zaragoza. 2, 173-193.
- Wankier, B.N. Salunkhe, D.K. y Campbell, W.F. (1970). Effects of controlled atmosphere storage on biochemical changes in apricot and peach fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 95, 604-609.
- Watada, A.E. (1986). Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. *Food Technology* 40, 82-85.
- Watkins R. (1995). *Evolution of crop plants* (2ª ed.). Longman Scientific & Technical. Singapore.
- Watkins, C.B., Pritts, M.P., Ben-Arie, R. y Philosoph-Hadas, S. (2001). The influence of cultivar on postharvest performance of fruits and vegetables. *Proceedings IV International Conference on Postharvest Science*. *Acta-Horticulturae* 553 (1), 59-63.
- Watkins, C.B. (2002). Ethylene synthesis, mode of action, consequences and control. En *Fruit quality and its biological basis*. Michael Knee (ed.). Sheffield Academic press. USA.

- Wesche-Ebeling, P., Argaíz-Jamet, A., Hernández-Porras, L.G. y López-Malo, A. (1996). Preservation factors and processing effects on anthocyanin pigments in plums. *Food Chemistry* 57(3), 399-403.
- Westercamp, P. (1996). Reine Claude Infel® 1119: Maturité et conservation. *Infos-CTIFL* 123, 36-39.
- Willard, H., Merrit, L. y Dean, J. (1974). *Análise Instrumental*. (2ª ed.). Fundação Gulbenkian, Lisboa.
- Wills R., McGlasson, B., Graham, D. y Joyce, D. (1999). Introducción a la fisiología poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. (2ª ed). Acribia (ed.). Zaragoza.
- Wills, R.B.H., Warton, M.A. y Ku, V.V.V. (2000). Ethylene levels associated with fruit and vegetables during marketing. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 40, 465-470.
- Wolf, A.B. y Ferguson, I.B. (2000). Postharvest responses to high fruit temperatures in the field. *Postharvest Biology and Technology* 21, 7-20.
- Wolf, M.M., Martin, A.J. y Cagianut, T. (2003). An analysis of the importance of ripeness to consumers in the United States when making a purchase decision for peaches, plums and nectarines. *International Conference on Quality in Chains. An Integrated View on Fruit and Vegetable Quality. Acta-Horticulturae* 604.
- Yamashita F., Tonzar A.C., Fernandes, J.G., Moriya S. y Benassi M.T. (2001). Embalagem individual de mangas cv. Tommy Atkins em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23 (2), 288-292.
- Young Yoon, K., Woodams, E. E. y Yong, D. H. (2006). Relationship of acid phosphatase acidity and Brix/acid ratio in cherries. *LWT* 39, 316-320.
- Zacarías, L. y Alférez, F. (2000). Avances en el conocimiento de los mecanismos de regulación de la maduración del fruto. V Simposio Nacional y II Ibérico de Post-recolección de Frutos y Hortalizas. Tenerife.11-20.
- Zagory, D. (1997). Advances in modified atmosphere packaging (MAP) of fresh produce. *Perishables Handling Newsletter* 90, 2-5.
- Zagory, D. (2000). What modified atmosphere packaging can and can't do for you. XVI Annual Postharvest Conference and Trade Show. Washington State University.

- Zapata, P., Valverde, J.M., Guillén, F., Bailén, G., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Valero, D. y Serrano, M. (2006). Actividad antioxidante en diferentes frutos habituales en la dieta mediterránea. VIII Simposio Nacional y IV Ibérico de Post-recolección de Frutos y Hortalizas. Orihuela. 259-262.
- Zuzunaga, M., Serrano, M., Valero, D., Martinez-Romero, D., Riquelme, D., Ben-Arie, R. y Philosoph-Hadas, S. (2001). Responses to ethylene treatments in two plum cultivars. Proceedings IV International Conference on Postharvest Science. Acta-Horticulturae 553 (1), 179-180.
- Zuzunaga, M., Rodríguez, M., Serrano, M. y Riquelme, D. (2004). Response of two plum (*Prunus salicina*, L.) cultivars to postharvest ethylene treatment. V International Postharvest Symposium. S1-15. Verona.

ANEXOS

ANEXO I

Tablas de medias, desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV)

Tabla 1 – Objetivo 2/Campaña 1

Pérdida de peso												
Días	Mad 1			Mad 1			Mad 2			Mad 2		
	0°C			2°C			0°C			2°C		
	Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
7	0,62	0,21	33,87	0,22	0,05	22,73	0,58	0,13	22,41	0,37	0,16	43,24
14	0,64	0,16	25,00	0,35	0,06	17,14	0,89	0,26	29,21	0,72	0,28	38,89
21	1,07	0,32	29,91	0,84	0,25	29,76	1,77	0,37	20,90	1,23	0,43	34,96
28	1,17	0,28	23,93	1,09	0,37	33,94	1,38	0,28	20,29	1,39	0,34	24,46
35	1,76	0,47	26,70	1,36	0,33	24,26	2,41	0,46	19,09	1,65	0,43	26,06
42	2,25	0,64	28,44	1,96	0,46	23,47	2,18	0,52	23,85	1,37	0,32	23,36

Tabla 2 – Objetivo 2/Campaña 1

Parámetros de color										
Ensayo	Días	L*			a*			b*		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Mad 1 0°C	0	50,11	1,87	3,73	-13,72	0,52	-3,79	26,90	2,90	10,78
	7	51,11	2,52	4,93	-13,76	0,82	-5,96	27,90	2,18	7,83
	14	50,29	2,66	5,29	-13,39	1,06	-7,92	28,57	2,76	9,64
	21	49,63	2,06	4,15	-12,61	0,83	-6,58	27,77	2,29	8,24
	28	49,51	1,55	3,13	-12,55	0,68	-5,42	26,08	1,46	5,60
	35	49,38	2,53	5,12	-11,37	1,41	-12,40	25,53	3,46	13,57
	42	48,69	1,48	3,04	-10,42	0,96	-9,21	26,70	2,08	7,81
	0	50,11	1,87	3,73	-13,72	0,52	-3,79	26,90	2,90	10,78
Mad 1 2°C	7	50,76	1,9	3,74	-12,54	1,24	-9,89	28,22	2,18	7,74
	14	52,01	2,22	4,27	-12,59	1,07	-8,50	29,62	2,05	6,92
	21	49,71	1,71	3,44	-13,1	1,32	-10,08	27,24	3,40	12,48
	28	50,27	2,61	5,19	-12,69	1,59	-12,53	28,97	3,23	11,13
	35	50,5	0,78	1,54	-13,07	0,78	-5,97	29,66	1,52	5,11
	42	50,35	2,41	4,79	-11,03	0,86	-7,80	27,84	2,22	7,98
Mad 2 0°C	0	52,33	1,56	2,98	-9,02	2,33	-25,83	29,24	2,77	9,48
	7	50,51	1,49	2,95	-10,15	1,49	-14,68	28,70	1,96	6,82
	14	49,97	2,47	4,94	-8,01	1,78	-22,22	28,17	2,42	8,59
	21	50,88	1,36	2,67	-8,09	2,25	-27,81	27,97	2,36	8,44
	28	50,34	1,37	2,72	-6,83	1,92	-28,11	27,85	1,99	7,15
	35	48,69	1,56	3,20	-5,91	1,34	-22,67	26,06	3,01	11,57
	42	51,58	1,48	2,87	-5,59	1,73	-30,95	27,54	3,31	12,01
Mad 2 2°C	0	52,28	1,66	3,18	-8,78	2,11	-24,03	29,17	2,93	10,05
	7	51,54	2,51	4,87	-8,55	2,00	-23,39	29,37	3,14	10,69
	14	51,34	2,75	5,36	-9,31	2,09	-22,45	29,13	3,52	12,07
	21	49,99	2,42	4,84	-8,86	2,37	-26,75	29,04	2,61	8,98
	28	50,15	1,67	3,33	-6,39	2,89	-45,23	27,81	2,09	7,50
	35	47,56	1,78	3,74	-5,76	1,47	-25,52	25,26	2,53	10,03
	42	51,65	1,59	3,08	-6,81	1,55	-22,76	26,33	2,31	8,79

Tabla 3 – Objetivo 2/Campaña 1

Punción de la piel										
Ensayo	Días	FMp (N)			DFMp (mm)			FMp/DFMp (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Mad 1 0°C	0	1,33	0,20	15,01	0,74	0,20	26,65	1,57	0,33	20,88
	7	1,41	0,14	9,70	0,95	0,18	18,53	1,30	0,18	13,68
	14	1,37	0,21	15,65	1,13	0,26	23,25	1,23	0,21	17,34
	21	1,09	0,18	16,56	1,35	0,21	15,57	0,81	0,12	15,34
	28	1,16	0,25	21,38	1,28	0,24	18,78	0,90	0,14	15,29
	35	0,66	0,12	18,20	1,29	0,19	14,90	0,52	0,08	14,83
	42	0,64	0,16	25,28	1,33	0,45	33,88	0,49	0,06	12,76
Mad 1 2°C	0	1,34	0,19	14,50	0,99	0,70	71,04	1,40	0,41	29,23
	7	1,25	0,17	13,93	1,17	0,75	64,64	1,14	0,42	37,17
	14	1,39	0,15	11,12	1,07	0,26	24,38	1,35	0,34	24,86
	21	1,26	0,21	16,73	1,15	0,23	20,37	1,09	0,13	11,73
	28	1,16	0,21	18,07	1,28	0,23	17,88	0,91	0,14	15,86
	35	1,03	0,19	18,51	1,37	0,27	20,02	0,76	0,12	15,87
	42	0,99	0,14	14,61	1,53	0,32	21,05	0,65	0,08	11,79
Mad 2 0°C	0	1,08	0,13	12,28	0,62	0,08	13,45	1,42	0,20	14,28
	7	2,01	1,41	70,38	1,36	0,75	54,84	1,38	0,28	20,06
	14	2,01	1,41	70,38	1,36	0,75	54,84	1,38	0,28	20,06
	21	0,80	0,20	24,62	1,25	0,24	19,20	0,63	0,10	16,02
	28	0,63	0,15	23,41	1,77	0,50	28,17	0,37	0,11	30,14
	35	0,34	0,12	34,00	1,45	0,43	29,62	0,24	0,05	19,44
	42	0,53	0,17	31,72	1,38	0,41	30,06	0,39	0,11	27,45
Mad 2 2°C	0	1,08	0,13	12,28	0,62	0,08	13,45	1,42	0,20	14,28
	7	1,11	0,22	19,49	0,78	0,18	23,17	1,42	0,27	19,27
	14	1,23	0,18	14,71	0,89	0,12	13,28	1,39	0,24	17,09
	21	1,20	0,21	17,49	1,04	0,22	20,82	1,15	0,18	15,61
	28	0,88	0,20	23,20	1,17	0,23	19,24	0,73	0,15	20,45
	35	0,84	0,14	17,01	1,40	0,26	18,54	0,60	0,13	22,32
	42	0,84	0,27	32,44	1,56	0,39	25,07	0,55	0,17	30,96

Tabla 4 – Objetivo 2/Campaña 1

Penetración de la pulpa										
Ensayo	Días	FM (N)			DFM (mm)			FM/DFM (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Mad 1 0°C	0	6,19	1,87	30,20	2,61	0,27	10,52	2,29	0,71	30,77
	7	5,65	1,70	30,19	3,12	0,84	26,75	1,85	0,57	30,97
	14	5,91	1,13	19,06	3,17	0,37	11,73	1,82	0,34	18,55
	21	2,45	0,57	23,05	2,57	0,45	17,72	0,95	0,15	15,29
	28	3,88	1,55	39,81	3,35	0,67	19,94	1,14	0,30	26,57
	35	0,86	0,18	20,94	3,38	1,58	46,70	0,32	0,19	60,01
	42	0,79	0,13	15,87	2,33	1,05	45,15	0,38	0,14	36,02
Mad 1 2°C	0	6,21	1,91	30,83	2,67	0,25	9,33	2,26	0,69	30,61
	7	5,34	1,03	19,37	2,71	0,42	15,35	1,92	0,39	20,50
	14	5,61	1,10	19,62	2,62	0,32	12,17	2,10	0,49	23,24
	21	4,80	0,69	14,47	3,43	0,36	10,43	1,41	0,23	16,24
	28	3,88	1,55	39,81	3,35	0,67	19,94	1,14	0,30	26,57
	35	2,31	0,67	28,80	2,74	0,50	18,37	0,85	0,24	27,87
	42	1,36	0,36	26,35	2,04	0,45	21,97	0,68	0,17	24,60
Mad 2 0°C	0	3,86	0,66	17,11	1,81	0,46	25,18	2,09	0,52	24,80
	7	3,95	0,97	24,57	2,52	0,36	14,35	1,58	0,40	25,07
	14	2,95	0,97	32,92	2,22	0,39	17,41	1,08	0,40	36,69
	21	1,17	0,37	31,48	1,84	0,34	18,21	0,65	0,20	30,62
	28	0,58	0,25	44,11	2,94	1,75	59,39	0,26	0,18	70,40
	35	0,30	0,18	60,32	4,22	1,93	45,81	0,08	0,05	69,05
	42	0,60	0,17	28,99	2,43	1,43	58,67	0,32	0,19	60,44
Mad 2 2°C	0	3,86	0,66	17,11	1,81	0,46	25,18	2,09	0,52	24,80
	7	3,79	0,80	21,00	2,47	0,27	11,12	1,54	0,31	19,93
	14	3,94	1,49	37,89	2,34	0,51	21,61	1,66	0,48	28,76
	21	3,55	0,58	16,47	2,69	0,38	14,29	1,34	0,27	20,17
	28	1,39	0,26	18,73	2,22	0,30	13,28	0,63	0,13	19,97
	35	1,01	0,31	30,95	2,38	0,44	18,38	0,45	0,19	42,82
	42	0,96	0,56	58,70	2,22	0,78	35,17	0,46	0,21	46,27

Tabla 5 – Objetivo 2/Campaña 1

Parámetros químicos											
Ensayo	Días	SST (° Brix)			Acidez (% ácido málico)			pH			SST/Acidez
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV	
Mad 1 0°C	0	18,6	0,12	0,65	1,16	0,10	8,63	3,16	0,03	0,95	16,05
	7	18,6	0,22	1,18	0,95	0,12	12,70	3,21	0,05	1,56	19,69
	14	18,7	0,23	1,23	0,93	0,09	9,66	3,24	0,02	0,62	20,08
	21	18,2	0,26	1,43	0,88	0,09	10,25	3,22	0,01	0,31	20,74
	28	18,2	0,35	1,92	0,70	0,11	15,64	3,25	0,03	0,92	25,87
	35	19,0	0,75	3,95	0,40	0,12	29,85	3,27	0,06	1,83	47,26
	42	19,7	0,78	3,96	0,24	0,21	88,29	3,32	0,02	0,60	82,83
Mad 1 2°C	0	18,6	0,11	0,59	1,25	0,08	6,42	3,16	0,08	2,53	14,93
	7	19,0	0,14	0,74	0,95	0,13	13,71	3,21	0,03	0,93	20,04
	14	17,6	0,23	1,31	0,93	0,21	22,55	3,24	0,04	1,23	18,90
	21	18,3	0,33	1,80	0,99	0,08	8,02	3,19	0,03	0,94	18,36
	28	17,7	0,25	1,41	0,93	0,22	23,71	3,39	0,05	1,47	19,07
	35	17,8	0,35	1,97	0,68	0,43	62,92	3,22	0,06	1,86	26,05
	42	18,7	0,65	3,48	1,07	0,14	13,07	3,3	0,08	2,42	17,46
Mad 2 0°C	0	20,7	0,45	2,17	0,98	0,23	23,54	3,39	0,07	2,06	21,19
	7	21,3	0,53	2,49	1,03	0,04	3,89	3,39	0,09	2,65	20,74
	14	21,6	0,67	3,10	1,09	0,21	19,32	3,39	0,11	3,24	19,87
	21	22,3	0,54	2,42	1,08	0,11	10,21	3,41	0,07	2,05	20,71
	28	23,2	0,66	2,84	0,68	0,08	11,82	3,43	0,08	2,33	34,27
	35	25,6	0,71	2,77	0,62	0,41	65,92	3,46	0,12	3,47	41,16
	42	24,1	0,88	3,65	0,32	0,21	66,67	3,5	0,43	12,29	76,51
Mad 2 2°C	0	20,7	0,11	0,53	0,98	0,26	26,61	3,39	0,02	0,59	21,19
	7	22,0	0,21	0,95	1,01	0,37	36,49	3,43	0,34	9,91	21,70
	14	22,1	0,34	1,54	1,08	0,23	21,26	3,39	0,56	16,52	20,38
	21	22,0	0,45	2,05	1,06	0,31	29,33	3,42	0,01	0,29	20,81
	28	21,9	0,55	2,52	0,68	0,08	11,73	3,44	0,27	7,85	32,04
	35	21,6	0,45	2,08	0,66	0,11	16,62	3,4	0,09	2,65	32,63
	42	21,2	0,78	3,67	0,56	0,45	81,08	3,36	0,09	2,68	38,25

Tabla 6 – Objetivo 2/Campaña 2

Pérdida de peso (g)												
	Mad 1			Mad 1			Mad 2			Mad 2		
	0°C			2°C			0°C			2°C		
Días	Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
7	0,60	0,06	33,3	0,79	0,11	45,8	1,13	0,1	29,4	0,67	0,07	35
14	1,37	0,1	24,4	1,52	0,26	56,5	0,93	0,1	35,7	1,07	0,08	25
21	1,28	0,1	25,6	1,51	0,22	48,9	0,88	0,1	38,5	1,27	0,12	31,6
28	1,47	0,15	34,1	1,73	0,16	30,7	1,34	0,12	30	1,13	0,07	20,6
35	1,54	0,16	34,8	1,50	0,16	35,6	1,39	0,16	34,8	1,74	0,11	21,2

Tabla 7 – Objetivo 2/Campaña 2

Parámetros de Color										
Ensayo	Días	L*			a*			b*		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Mad 1 0°C	0	51,52	1,4	2,72	-13,49	1,13	8,35	31,68	1,29	4,09
	7	51,48	1,69	3,28	-12,93	0,77	5,94	30,42	1,96	6,45
	14	52,27	0,57	1,09	-12,56	0,68	5,44	29,09	1,05	3,62
	21	52,27	1,37	2,62	-13,1	0,7	5,37	29,77	1,09	3,67
	28	52,89	1,25	2,36	-12,5	1,24	9,96	30,53	1,11	3,63
	35	52,55	1,53	2,91	-12,56	1,15	9,16	32,28	1,44	4,47
Mad 1 2°C	0	51,52	1,4	2,72	-13,49	1,13	8,35	31,68	1,29	4,09
	7	51,33	0,9	1,75	-13,6	1,07	7,84	29,77	0,95	3,19
	14	50,82	1,77	3,48	-12,86	0,9	6,99	29,33	1,41	4,8
	21	53,22	1,63	3,06	12,49	1,01	8,1	30,73	1,62	5,28
	28	53,26	1,4	2,63	-12,5	1,47	11,72	31,33	1,99	6,38
	35	52,72	1,19	2,26	-12,29	1,54	12,51	30,99	1,74	5,61
Mad 2 0°C	0	52,99	1,85	3,49	-10,05	1,42	14,1	33,41	2,44	7,31
	7	53,08	1,94	3,65	-9,16	1,22	13,3	30,65	2,94	9,58
	14	53,32	1,19	2,23	-9,29	1,69	18,21	31,94	1,26	3,94
	21	52,77	1,17	2,22	-9,92	0,88	8,83	31,45	1,57	4,98
	28	51,98	0,88	1,69	-8,8	1,74	19,77	31,41	1,99	6,35
	35	51,52	1,4	2,72	-8,06	1,83	22,66	32,81	1,98	6,03
Mad 2 2°C	0	52,99	1,85	3,49	-10,05	1,42	14,1	33,41	2,44	7,31
	7	52,3	1,05	1,95	-10,49	1,21	11,51	30,17	1,92	6,38
	14	53,6	1,39	2,59	-9,18	1,92	20,95	31,89	1,03	3,24
	21	53,49	1,11	2,06	-8,99	2,27	25,31	32,11	1,09	3,38
	28	53,92	1,32	2,45	-9,19	1,46	15,87	31,71	1,5	4,73
	35	54,16	1,46	2,7	-8,16	1,95	23,87	32,81	1,98	6,03

Tabla 8 – Objetivo 2/Campaña 2

Penetración de la piel										
Ensayo	Días	FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Mad 1 0°C	0	12,31	1,25	10,15	3,17	0,23	7,28	3,87	0,31	7,99
	7	12,26	1,38	11,22	3,44	0,27	7,97	3,55	0,37	10,34
	14	13,33	1,43	10,73	3,34	0,32	9,67	4,01	0,62	15,39
	21	12,30	1,52	12,35	3,45	0,27	7,94	3,56	0,45	12,59
	28	11,73	1,85	15,77	3,57	0,31	8,58	3,29	0,62	18,85
	35	11,51	1,83	15,93	3,74	0,32	8,56	3,07	0,50	16,28
Mad 1 2°C	0	12,31	1,25	10,15	3,17	0,23	7,28	3,87	0,31	7,99
	7	12,90	1,46	11,35	3,32	0,32	9,77	3,88	0,43	11,07
	14	11,05	2,33	21,05	3,56	0,46	12,96	3,14	0,73	23,31
	21	11,43	1,42	12,39	3,42	0,33	9,7	3,34	0,54	16,19
	28	10,08	1,26	12,54	3,87	0,42	10,75	2,62	0,45	17,22
	35	8,40	1,27	15,15	3,42	0,35	10,31	2,45	0,36	14,74
Mad 2 0°C	0	10,93	1,91	17,43	3,14	0,35	11,16	3,50	0,65	18,66
	7	9,46	1,48	15,67	3,18	0,24	7,47	2,96	0,43	14,47
	14	9,51	1,13	11,84	3,37	0,31	9,11	2,81	0,31	11,05
	21	8,95	0,89	9,98	3,46	0,24	6,97	2,57	0,19	7,32
	28	8,43	1,04	12,37	3,46	0,26	7,51	2,44	0,41	16,7
	35	7,00	1,54	21,97	3,37	0,34	10,15	2,07	0,47	22,7
Mad 2 2°C	0	10,93	1,91	17,44	23,14	0,35	11,16	3,50	0,65	18,66
	7	8,41	1,44	17,11	2,91	0,28	9,69	2,88	0,47	16,19
	14	9,23	1,45	15,74	3,26	0,28	8,7	2,83	0,48	17,02
	21	8,39	0,97	11,61	3,69	0,37	10	2,27	0,26	11,66
	28	7,35	1,36	18,48	3,31	0,32	9,81	2,22	0,42	18,76
	35	7,00	1,54	21,97	3,37	0,34	10,15	2,07	0,47	22,7

Tabla 9 – Objetivo 2/Campaña 2

Penetración de la pulpa										
Ensayo	Días	FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Mad 1 0°C	0	6,59	0,94	14,20	2,49	0,24	9,62	2,64	0,27	10,41
	7	7,46	1,47	19,73	2,89	0,29	10,09	2,56	0,38	15,02
	14	8,65	1,24	14,36	2,86	0,25	8,85	3,03	0,46	15,23
	21	6,66	1,04	15,65	2,72	0,37	13,77	2,43	0,24	9,78
	28	8,57	2,13	24,89	3,25	0,39	11,87	2,60	0,52	19,90
	35	6,14	1,10	17,94	2,81	0,31	10,87	2,19	0,44	19,98
Mad 1 2°C	0	6,59	0,94	14,2	2,49	0,24	9,62	2,64	0,27	10,41
	7	7,90	0,93	11,77	2,67	0,22	8,38	2,96	0,39	13,03
	14	6,07	1,76	29,02	2,91	0,51	17,5	2,16	0,71	32,80
	21	5,95	1,03	17,22	2,63	0,47	17,68	2,28	0,44	19,15
	28	6,31	1,32	20,86	3,16	0,43	13,6	1,99	0,38	19,11
	35	3,70	1,26	34,01	2,53	0,43	16,9	1,41	0,32	22,81
Mad 2 0°C	0	5,99	1,26	20,98	2,6	0,25	9,72	2,30	0,45	19,58
	7	5,14	1,18	22,96	2,48	0,21	10,25	2,06	0,41	20,06
	14	4,39	0,65	14,72	2,36	0,35	8,79	1,85	0,23	12,64
	21	5,38	0,94	17,55	2,64	0,26	13,21	2,02	0,21	10,58
	28	3,86	0,74	19,25	2,34	0,71	10,97	1,64	0,28	16,85
	35	2,58	0,68	26,44	2,29	0,25	30,89	1,18	0,38	32,30
Mad 2 2°C	0	5,99	1,26	20,98	2,6	0,26	9,72	2,30	0,45	19,58
	7	4,63	1,04	22,45	2,43	0,28	10,59	1,89	0,34	18,00
	14	5,57	1,12	20,13	2,6	0,44	10,87	2,13	0,39	18,23
	21	4,59	1,34	29,24	2,61	0,81	16,95	1,72	0,28	16,04
	28	3,21	0,86	26,71	2,64	0,71	30,56	1,29	0,48	37,36
	35	2,58	0,68	26,44	2,29	0,46	30,89	1,18	0,38	32,30

Tabla 10 – Objetivo 2/Campaña 2

Parámetros químicos										
Ensayo	Días	SST (° Brix)			Acidez (% ácido málico)			pH		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Mad 1 0°C	0	18,15	0,13	0,71	0,99	0,16	1,59	3,66	0,05	1,46
	7	17,05	0,3	1,76	1,03	0,29	2,76	3,6	0,03	0,8
	14	17,7	0,24	1,38	1,07	0,22	2,03	3,83	0	0,13
	21	17,25	0,26	1,53	1,01	0,09	0,87	4,1	0,09	2,28
	28	17,30	0,47	2,71	0,99	0,21	2,1	3,97	0,02	0,46
	35	17,28	0,74	4,26	0,93	0,09	0,97	3,91	0,02	0,6
Mad 1 2°C	0	18,02	0,31	1,72	0,99	0,16	1,59	3,71	0,09	2,54
	7	16,58	0,45	2,72	1,07	0,32	2,97	3,65	0,01	0,35
	14	17,48	0,44	2,53	1,11	0,26	2,38	3,81	0,01	0,25
	21	17,55	0,19	1,09	1,00	0,41	4,19	3,96	0,02	0,43
	28	17,95	0,59	3,29	0,93	0,19	2,12	3,63	0,05	1,36
	35	17,85	1,56	8,75	0,96	0,22	2,26	3,85	0,02	0,45
Mad 2 0°C	0	19,98	0,72	3,62	0,91	0,22	2,38	3,67	0,04	1,19
	7	20,45	0,13	0,63	0,91	0,61	6,72	3,8	0,05	1,28
	14	19,75	1,21	6,14	0,89	0,22	2,48	3,87	0,05	1,35
	21	19,85	0,06	0,29	0,83	0,11	1,33	4	0,01	0,37
	28	21,48	0,34	1,58	0,83	0,32	3,87	3,92	0,02	0,44
	35	22,20	0,22	0,97	0,80	0,05	0,67	3,99	0,01	0,24
Mad 2 2°C	0	19,98	0,72	3,62	0,91	0,22	2,38	3,67	0,04	1,19
	7	19,60	0,52	2,67	0,97	0,25	2,54	3,88	0,01	0,15
	14	20,38	0,15	0,74	0,86	0,18	2,06	4,01	0,01	0,29
	21	20,45	0,53	2,57	0,83	0,1	1,14	3,95	0,01	0,15
	28	19,48	0,11	0,49	0,82	0,05	0,62	3,83	0,01	0,33
	35	20,32	0,13	0,62	0,92	0,35	3,81	3,53	0,02	0,61

Tabla 11 – Objetivo 2/Campaña Plantaciones

Pérdida de peso												
Días	Plantación 1 2°C			Plantación 2 2°C			Plantación 3 0°C			Plantación 4 2°C		
	Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
0	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
15	0,29	0,07	24,61	0,06	0,05	89,87	0,62	0,25	40,90	0,38	0,15	38,57
30	0,50	0,14	27,93	0,10	0,08	75,14	1,16	0,36	31,41	0,49	0,23	45,93

Tabla 12 – Objetivo 2/Campaña Plantaciones

Parámetros de color										
Ensayo	Días	L*			a*			b*		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Plantación 1	0	52,38	4,71	8,99	-10,17	1,51	-14,85	31,16	1,93	6,21
	15	52,20	1,51	2,90	-9,76	2,22	-22,70	32,07	1,80	5,63
	30	51,21	1,18	2,31	-8,83	2,17	-24,54	31,05	1,23	3,95
Plantación 2	0	49,74	1,71	3,44	-8,78	1,45	-16,49	30,18	2,19	7,24
	15	50,53	0,96	1,90	-7,85	1,65	-20,97	29,57	1,29	4,38
	30	49,01	0,62	1,26	-7,75	1,15	-14,88	28,41	0,85	2,98
Plantación 3	0	51,77	2,11	4,07	-12,40	0,89	-7,19	30,23	1,89	6,26
	15	52,90	1,26	2,38	-12,14	1,40	-11,57	30,96	1,46	4,72
	30	52,16	1,80	3,45	-12,14	1,13	-9,29	29,28	1,52	5,19
Plantación 4	0	51,33	1,38	2,69	-11,41	1,45	-12,67	31,47	1,58	5,01
	15	52,59	0,98	1,87	-10,40	1,65	-15,85	32,01	1,10	3,42
	30	52,32	1,79	3,43	-10,41	1,27	-12,24	31,64	1,63	5,14

Tabla 13 – Objetivo 2/Campaña Plantaciones

Penetración de la piel										
Ensayo	Días	FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Plantación 1	0	10,80	1,90	17,55	3,82	0,45	11,77	2,86	0,61	21,30
	15	10,28	1,41	13,74	3,98	0,46	11,62	2,58	0,31	12,01
	30	8,09	1,73	21,38	4,06	0,53	12,96	2,00	0,43	21,56
Plantación 2	0	10,49	1,33	12,64	2,99	0,35	11,75	3,52	0,43	12,15
	15	10,62	2,20	20,76	2,76	0,37	13,23	3,84	0,82	21,32
	30	9,09	1,18	13,03	2,93	0,33	11,37	3,11	0,48	15,38
Plantación 3	0	15,60	2,38	15,28	3,05	0,40	13,05	5,21	1,20	23,09
	15	14,59	3,30	22,60	3,71	0,44	11,81	3,97	1,01	25,34
	30	9,70	1,98	20,36	4,14	0,46	11,12	2,37	0,60	25,33
Plantación 4	0	13,47	1,80	13,36	3,53	0,41	11,52	3,85	0,56	14,57
	15	11,94	2,05	17,20	3,62	0,43	11,79	3,31	0,61	18,45
	30	8,71	1,43	16,47	3,61	0,50	13,74	2,44	0,51	21,06

Tabla 14 – Objetivo 2/Campaña Plantaciones

Penetración de la pulpa										
Ensayo	Días	FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Plantación 1	0	4,76	1,29	27,03	2,52	0,34	13,28	1,89	0,50	26,62
	15	4,77	0,90	18,79	2,87	0,36	12,59	1,65	0,27	16,42
	30	4,67	1,51	32,36	3,33	0,53	15,85	1,37	0,33	24,16
Plantación 2	0	5,96	1,19	19,93	2,33	0,34	14,74	2,55	0,39	15,13
	15	5,21	1,50	28,80	2,16	0,44	20,44	2,43	0,65	26,59
	30	5,50	1,16	21,15	2,41	0,32	13,29	2,26	0,42	18,50
Plantación 3	0	7,74	1,44	18,65	2,41	0,26	10,61	3,25	0,78	23,88
	15	7,56	1,64	21,73	2,90	0,39	13,29	2,66	0,76	28,64
	30	4,36	1,82	41,88	3,13	0,61	19,45	1,39	0,54	38,73
Plantación 4	0	6,63	1,36	20,58	2,54	0,38	14,88	2,61	0,43	16,52
	15	7,49	1,82	24,25	2,93	0,48	16,39	2,54	0,49	19,34
	30	4,06	1,19	29,37	2,84	0,72	25,33	1,45	0,41	27,91

Tabla 15 – Objetivo 2/Campaña Plantaciones

Parámetros químicos										
Ensayo	Días	SST (° Brix)			Acidez (% ácido málico)			pH		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Plantación 1	0	19,40	0,65	3,34	3,91	0,07	1,73	0,89	0,03	2,93
	15	19,20	0,00	0,00	3,85	0,03	0,86	0,88	0,01	1,47
	30	18,78	0,05	0,27	4,00	0,02	0,60	0,80	0,03	3,26
Plantación 2	0	23,80	0,42	1,78	3,97	0,01	0,33	1,04	0,01	1,37
	15	24,80	0,81	3,26	3,89	0,02	0,39	0,95	0,04	4,03
	30	25,68	0,21	0,80	4,05	0,03	0,65	0,93	0,01	1,23
Plantación 3	0	17,18	0,26	1,53	3,87	0,04	1,04	1,10	0,04	3,40
	15	16,30	0,69	4,25	3,85	0,01	0,15	1,05	0,02	2,10
	30	17,15	0,17	1,01	4,01	0,01	0,14	1,04	0,01	1,44
Plantación 4	0	19,05	0,41	2,16	3,80	0,02	0,45	1,06	0,03	2,48
	15	19,23	0,26	1,37	3,83	0,01	0,21	0,98	0,01	0,86
	30	19,43	1,13	5,81	3,98	0,01	0,32	0,90	0,03	3,36

Tabla 16 – Objetivo 3/Campaña 1

Pérdida de peso (g)						
Días	Testigo			PPlus®		
	Media	DE	CV	Media	DE	CV
7	0,67	0,10	15,55	0,09	0,04	38,95
14	0,87	0,18	20,35	0,09	0,03	39,84
21	1,34	0,26	19,51	0,12	0,03	26,13
28	1,91	0,31	16,13	0,15	0,04	25,79
35	2,16	0,53	24,45	0,14	0,08	57,92
42	2,73	0,58	21,22	0,11	0,05	48,96
49	2,59	0,56	21,63	0,09	0,03	29,44

Tabla 17 – Objetivo 3/Campaña 1

Parámetros de Color										
Ensayo	Días	L*			a*			b*		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Testigo	0	51,75	2,06	3,98	-12,57	3,74	-29,75	31,37	2,53	8,05
	7	50,11	1,59	3,18	-11,80	1,02	-8,66	29,32	1,89	6,44
	14	51,20	3,32	6,48	-10,89	1,41	-12,92	29,86	3,06	10,24
	21	50,70	1,18	2,33	-9,68	0,87	-9,02	25,93	1,30	5,01
	28	50,87	3,15	6,20	-8,00	2,59	-32,40	25,37	3,74	14,74
	35	47,76	1,89	3,97	-10,96	4,52	-41,27	26,98	2,32	8,61
	42	47,42	1,86	3,92	-12,05	1,18	-9,77	26,78	2,14	7,99
	49	48,61	2,07	4,25	-11,90	2,52	-21,20	27,31	3,80	13,93
PPlus®	0	51,75	2,06	3,98	-12,57	3,74	-29,75	31,37	2,53	8,05
	7	50,12	2,40	4,78	-11,89	1,62	-13,61	29,51	2,21	7,48
	14	51,57	3,36	6,51	-10,63	2,29	-21,57	30,73	3,33	10,85
	21	51,22	3,10	6,05	-9,01	1,97	-21,85	26,63	2,78	10,45
	28	50,34	1,36	2,70	-8,65	1,45	-16,71	25,27	2,19	8,68
	35	46,41	2,41	5,19	-11,68	1,62	-13,84	25,74	2,76	10,71
	42	48,57	3,80	7,83	-9,84	3,95	-40,10	26,41	3,37	12,77
	49	46,95	3,74	7,96	-10,99	1,89	-17,19	23,66	3,94	16,64

Tabla 18 – Objetivo 3/Campaña 1

Penetración de la piel										
Ensayo	Días	FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Testigo	0	9,15	1,22	13,30	3,02	0,37	12,24	3,05	0,51	16,86
	7	9,87	1,03	10,42	3,97	0,38	9,49	2,48	0,35	13,91
	14	7,91	1,24	15,72	5,03	0,38	7,49	1,57	0,28	18,13
	21	6,55	0,58	8,92	4,57	0,20	4,29	1,42	0,11	8,05
	28	5,53	0,82	14,91	4,65	0,45	9,74	1,18	0,14	12,00
	35	4,51	1,21	26,89	4,63	0,56	12,18	0,97	0,27	28,08
	42	4,02	0,55	13,71	5,20	0,80	15,38	0,78	0,16	19,95
	49	3,92	0,47	11,90	5,49	0,67	12,26	0,71	0,10	14,35
PPlus®	0	9,15	1,22	13,30	3,02	0,37	12,24	3,05	0,51	16,86
	7	10,14	1,54	15,63	3,64	0,42	11,45	2,78	0,45	16,08
	14	8,43	1,39	17,52	4,32	0,54	12,51	1,94	0,24	12,39
	21	5,42	0,92	14,07	3,65	0,40	10,85	1,49	0,31	20,54
	28	4,49	0,71	12,81	3,78	0,54	14,33	1,19	0,20	17,04
	35	3,82	0,42	9,32	3,94	0,62	15,73	0,97	0,16	15,91
	42	4,12	1,01	25,13	4,79	0,82	17,22	0,87	0,23	26,87
	49	3,61	1,12	28,49	4,91	0,80	16,40	0,74	0,25	33,87

Tabla 19 – Objetivo 3/Campaña 1

Penetración de la pulpa										
Ensayo	Días	FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Testigo	0	4,89	0,86	17,61	2,51	0,24	9,49	1,92	0,30	15,77
	7	4,75	0,54	11,39	2,94	0,33	11,24	1,61	0,20	12,66
	14	3,30	0,98	29,59	3,46	0,82	23,60	0,97	0,30	31,13
	21	2,35	0,32	13,50	3,10	0,18	5,78	0,75	0,10	13,73
	28	1,71	0,35	20,58	3,46	0,88	25,29	0,50	0,14	27,21
	35	1,39	0,52	37,16	3,89	1,29	33,24	0,39	0,21	53,74
	42	0,90	0,29	32,29	4,43	1,33	30,12	0,22	0,10	44,08
	49	0,93	0,23	24,54	3,40	1,34	39,48	0,29	0,12	39,82
PPlus®	0	4,89	0,86	17,61	2,51	0,24	9,49	1,92	0,30	15,77
	7	4,32	1,43	33,05	2,55	0,57	22,43	1,62	0,47	28,85
	14	3,34	1,01	30,30	2,88	0,47	16,38	1,16	0,33	28,51
	21	1,36	0,24	17,51	3,09	0,96	30,98	0,46	0,13	29,17
	28	1,17	0,25	21,10	3,72	1,26	33,91	0,33	0,12	34,99
	35	0,89	0,25	27,72	3,95	1,71	43,27	0,25	0,10	39,11
	42	0,75	0,41	54,42	4,27	1,37	32,07	0,18	0,11	60,10
	49	0,66	0,34	52,35	5,28	1,38	26,04	0,13	0,08	63,23

Tabla 20 – Objetivo 3/Campaña 1

Parámetros químicos										
Ensayo	Días	SST (° Brix)			Acidez (% ácido málico)			pH		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Testigo	0	17,35	0,13	0,74	1,08	0,01	0,71	3,44	0,02	0,50
	7	18,75	0,52	2,77	1,11	0,01	1,13	3,50	0,03	0,75
	14	17,90	0,29	1,64	0,97	0,05	5,06	3,47	0,02	0,55
	21	18,68	0,61	3,28	1,02	0,02	2,10	3,53	0,02	0,63
	28	18,75	0,42	2,24	0,97	0,03	3,38	3,47	0,02	0,49
	35	19,03	0,26	1,38	1,01	0,01	1,34	3,48	0,01	0,36
	42	20,30	0,36	1,75	1,01	0,03	3,03	3,46	0,02	0,53
	49	19,60	0,48	2,43	0,95	0,01	1,18	3,47	0,02	0,64
PPlus®	0	17,35	0,13	0,74	1,08	0,01	0,71	3,44	0,02	0,50
	7	17,75	1,45	8,16	1,05	0,01	1,12	3,43	0,03	0,77
	14	18,08	0,43	2,41	1,02	0,02	1,73	3,39	0,01	0,30
	21	18,33	0,32	1,75	0,96	0,03	3,04	3,51	0,02	0,71
	28	17,98	0,84	4,66	0,99	0,01	0,69	3,45	0,03	0,83
	35	18,43	0,33	1,79	0,93	0,03	3,16	3,49	0,01	0,37
	42	18,48	0,61	3,32	0,89	0,00	0,55	3,49	0,01	0,17
	49	17,63	0,05	0,28	0,90	0,01	0,66	3,46	0,02	0,50

Tabla 21 – Objetivo 3/Campaña 2

Pérdida de peso						
	Testigo			PPlus®		
Días	Media	DE	CV	Media	DE	CV
7	0,85	0,22	26,20	0,09	0,05	51,88
14	1,34	0,44	33,02	0,09	0,05	52,02
21	2,03	0,77	38,06	0,10	0,05	56,67
28	2,36	1,27	53,58	0,19	0,07	35,42
35	3,05	1,24	40,56	0,24	0,14	55,77
42	2,40	0,66	27,58	0,14	0,12	86,78

Tabla 22 – Objetivo 3/Campaña 2

Parámetros de Color										
Ensayo	Días	L*			a*			b*		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Testigo	0	51,77	1,76	3,39	-15,79	1,37	-8,70	34,97	2,00	5,72
	7	52,82	1,90	3,61	-14,72	1,65	-11,22	33,94	2,09	6,16
	14	51,22	1,44	2,81	-15,62	0,99	-6,37	35,12	1,82	5,17
	21	50,65	1,65	3,26	-13,32	3,10	-23,26	31,74	7,03	22,15
	28	50,73	3,17	6,24	-13,08	1,08	-8,29	31,88	2,57	8,06
	35	51,27	2,46	4,81	-13,73	1,83	-13,36	31,99	4,72	14,76
	42	54,20	2,36	6,40	-13,46	1,73	-12,86	36,83	1,08	2,00
PPlus®	0	51,77	1,76	3,39	-15,79	1,37	-8,70	34,97	2,00	5,72
	7	51,71	1,04	2,00	-16,02	0,88	-5,51	32,75	2,57	7,84
	14	51,60	2,38	4,61	-15,84	1,23	-7,77	36,24	2,38	6,56
	21	52,34	1,72	3,29	-15,84	0,99	-6,22	34,45	1,49	4,33
	28	52,16	1,91	3,66	-14,59	1,06	-7,29	33,11	1,26	3,82
	35	51,58	1,25	2,42	-15,12	0,89	-5,89	33,55	2,32	6,91
	42	50,41	4,53	13,46	-14,23	2,76	-19,37	33,63	3,12	6,18

Tabla 23 – Objetivo 3/Campaña 2

Penetración de la piel										
Ensayo	Días	FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Testigo	0	10,76	1,52	14,11	1,60	0,24	15,08	6,82	1,46	21,42
	7	9,83	1,42	14,48	2,07	0,31	14,87	4,81	0,95	19,80
	14	10,06	1,56	15,54	2,50	0,42	16,75	4,14	1,14	27,60
	21	9,84	1,29	13,11	2,94	0,53	18,22	3,41	0,58	16,97
	28	9,04	1,86	20,63	3,38	0,77	22,87	2,75	0,77	27,89
	35	8,85	1,68	19,00	3,52	0,79	22,34	2,63	0,82	31,08
	42	6,03	1,54	25,56	2,55	0,22	8,60	2,35	0,60	25,63
PPlus®	0	10,76	1,52	14,11	1,60	0,24	15,08	6,82	1,46	21,42
	7	9,92	1,44	14,49	1,70	0,17	9,71	5,84	1,08	18,57
	14	9,19	1,53	16,66	1,90	0,21	11,20	4,89	1,06	21,70
	21	9,59	1,26	13,19	1,96	0,24	12,13	4,96	1,07	21,59
	28	9,41	1,25	13,23	1,87	0,29	15,29	5,08	0,89	17,43
	35	10,11	1,47	14,56	1,92	0,48	24,93	5,55	1,65	29,77
	42	3,89	1,46	37,68	2,39	0,54	22,64	1,69	0,72	42,41

Tabla 24 – Objetivo 3/Campaña 2

Penetración de la pulpa										
Ensayo	Días	FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Testigo	0	5,31	1,17	22,10	1,50	0,37	24,72	3,70	1,19	32,12
	7	4,41	1,43	32,46	1,86	0,71	38,32	2,48	0,93	37,49
	14	4,88	1,33	27,17	1,99	0,41	20,40	2,50	0,86	34,44
	21	4,66	0,77	16,58	2,36	0,34	14,25	1,98	0,37	18,68
	28	3,87	1,45	37,42	2,62	0,61	23,22	1,58	0,84	53,03
	35	4,48	1,36	30,38	2,74	0,52	19,09	1,64	0,60	36,92
	42	6,40	1,75	27,39	3,23	0,55	17,11	2,02	0,66	32,57
PPlus®	0	5,31	1,17	22,10	1,50	0,37	24,72	3,70	1,19	32,12
	7	4,80	1,12	23,30	1,33	0,15	11,44	3,62	1,01	27,77
	14	3,97	1,11	27,96	1,48	0,40	26,89	2,75	0,84	30,67
	21	4,54	1,14	25,16	1,65	0,33	19,92	2,80	0,80	28,50
	28	4,58	0,87	19,03	1,55	0,15	9,93	2,93	0,58	19,75
	35	5,51	1,04	18,94	1,78	0,57	32,13	3,30	1,00	30,26
	42	2,68	1,77	65,97	2,26	0,51	22,73	1,11	0,61	55,28

Tabla 25 – Objetivo 3/Campaña 2

Parámetros químicos							
Ensayo	Días	SST (° Brix)			Acidez (% ácido málico)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV
Testigo	0	17,90	0,46	2,55	1,09	0,05	4,34
	7	19,70	0,68	3,43	1,11	0,03	2,28
	14	19,30	0,30	1,57	1,12	0,02	1,52
	21	20,72	1,64	7,93	1,08	0,04	3,93
	28	19,48	0,69	3,55	1,05	0,03	2,91
	35	18,53	1,83	9,85	0,97	0,03	2,77
	42	19,70	0,68	3,43	1,11	0,03	2,28
PPlus®	0	17,90	0,46	2,55	1,09	0,05	4,34
	7	18,03	1,40	7,76	1,10	0,02	2,13
	14	19,42	0,89	4,59	1,09	0,01	0,64
	21	18,25	0,38	2,10	1,06	0,02	1,70
	28	17,45	0,70	4,03	0,98	0,06	6,07
	35	18,33	0,91	4,95	0,98	0,02	1,81
	42	18,03	1,40	7,76	1,10	0,02	2,13

Tabla 26 – Objetivo 3/Campaña 3

Pérdida de peso (g)						
Días	Testigo			PPlus®		
	Media	DE	CV	Media	DE	CV
7	1,60	0,44	27,39	0,12	0,10	83,90
14	1,00	0,83	82,71	0,12	0,10	83,90
21	1,71	0,23	13,23	0,20	0,08	41,04
28	2,32	0,40	17,10	0,20	0,13	65,14
35	1,44	0,40	27,99	0,22	0,13	57,41
42	1,60	0,33	20,59	0,29	0,31	107,82

Tabla 27 – Objetivo 3/Campaña 3

Parámetros de Color										
Ensayo	Días	L*			a*			b*		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Testigo	0	51,00	2,32	4,54	-11,09	1,48	-13,37	28,67	3,65	12,72
	7	49,65	1,99	4,01	-8,13	2,42	-29,73	27,66	2,86	10,32
	14	48,57	2,47	5,09	-9,84	1,64	-16,68	26,81	3,48	12,97
	21	48,58	1,37	2,83	-8,90	1,61	-18,11	24,44	2,27	9,28
	28	46,75	2,77	5,93	-8,33	1,29	-15,47	24,25	4,61	19,02
	35	54,33	1,63	3,00	-7,19	2,29	-31,81	29,74	2,44	8,21
	42	49,56	2,14	4,32	-5,09	1,89	-37,10	26,71	2,72	10,20
	0	51,00	2,32	4,54	-11,09	1,48	-13,37	28,67	3,65	12,72
PPlus®	7	52,43	3,55	6,77	-11,06	3,63	-32,86	30,65	4,16	13,58
	14	51,20	1,66	3,24	-10,89	1,62	-14,86	29,06	2,62	9,02
	21	51,54	2,51	4,86	-11,08	1,62	-14,58	28,68	2,92	10,18
	28	50,03	2,81	5,62	-10,07	1,65	-16,37	26,84	3,74	13,93
	35	50,38	2,88	5,71	-8,66	2,19	-25,31	24,56	4,29	17,47
	42	46,69	3,95	8,46	-7,67	2,20	-28,64	20,77	6,34	30,51

Tabla 28 – Objetivo 3/Campaña 3

Penetración de la piel										
Ensayo	Días	FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Testigo	0	7,91	1,57	19,88	1,90	0,27	14,33	4,18	0,86	20,62
	7	3,83	1,10	28,61	2,63	0,44	16,60	1,45	0,28	19,69
	14	2,99	0,79	26,43	2,67	0,51	18,94	1,10	0,19	17,73
	21	2,43	0,68	27,88	3,14	0,85	26,92	0,79	0,23	28,83
	28	1,97	0,39	19,87	2,28	0,36	15,68	0,85	0,16	18,88
	35	1,97	0,39	19,87	2,28	0,36	15,68	0,85	0,16	18,88
	42	1,62	0,36	22,00	2,52	0,59	23,42	0,66	0,21	31,23
PPlus®	0	7,91	1,57	19,88	1,90	0,27	14,33	4,18	0,86	20,62
	7	5,40	1,07	27,89	1,80	0,24	13,52	3,01	0,70	23,10
	14	4,21	1,09	36,67	2,15	0,45	20,80	2,04	0,78	38,00
	21	3,33	1,32	54,06	2,05	0,34	16,78	1,63	0,66	40,30
	28	2,52	1,18	60,22	2,84	0,49	17,34	0,91	0,45	49,22
	35	2,52	1,18	60,22	2,84	0,49	17,34	0,91	0,45	49,22
	42	2,28	1,39	85,61	2,73	0,51	18,86	0,85	0,56	66,13

Tabla 29 – Objetivo 3/Campaña 3

Penetración de la pulpa										
Ensayo	Días	FM PT (N)			DFM PT (mm)			FM PT/DFM PT (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Testigo	0	3,58	0,91	25,52	1,78	0,69	38,66	2,25	0,89	39,68
	7	1,58	0,96	60,88	2,49	1,61	64,60	0,87	0,63	72,01
	14	0,84	0,38	45,66	2,45	1,45	59,05	0,49	0,37	74,63
	21	0,71	0,31	43,44	3,11	1,70	54,79	0,33	0,28	85,63
	28	0,46	0,14	29,85	2,51	1,49	59,29	0,22	0,12	57,53
	35	0,46	0,14	29,85	2,51	1,49	59,29	0,22	0,12	57,53
	42	0,53	0,17	32,54	4,05	1,53	37,71	0,14	0,07	48,70
PPlus®	0	3,58	0,91	25,52	1,78	0,69	38,66	2,25	0,89	39,68
	7	4,01	1,91	47,53	2,65	0,87	32,76	1,67	0,90	53,99
	14	2,20	0,84	38,07	2,38	1,34	56,57	1,17	0,76	64,79
	21	1,28	1,04	80,84	3,09	1,64	53,23	0,53	0,57	106,91
	28	0,80	0,58	71,87	4,37	1,79	40,99	0,22	0,22	99,72
	35	0,80	0,58	71,87	4,37	1,79	40,99	0,22	0,22	99,72
	42	0,93	0,82	88,23	3,50	1,56	44,67	0,34	0,39	114,26

Tabla 30 – Objetivo 3/Campaña 3

Parámetros químicos										
Ensayo	Días	SST (° Brix)			Acidez (% ácido málico)			pH		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Testigo	0	23,30	0,52	2,24	0,94	0,04	3,96	3,29	0,02	0,72
	7	24,33	0,73	3,01	0,87	0,05	5,46	3,30	0,01	0,38
	14	20,23	1,01	5,00	0,81	0,01	1,79	3,24	0,03	0,99
	21	26,48	0,91	3,43	0,91	0,03	3,38	3,35	0,01	0,42
	28	26,13	0,50	1,91	0,88	0,02	2,73	3,34	0,03	0,77
	35	22,35	1,45	6,47	0,87	0,04	4,79	3,32	0,01	0,17
	42	19,92	0,43	2,18	0,88	0,05	5,38	3,39	0,02	0,54
PPlus®	0	23,30	0,52	2,24	0,94	0,04	3,96	3,29	0,02	0,72
	7	20,10	1,50	7,47	0,86	0,01	1,12	3,26	0,05	1,38
	14	20,90	0,00	0,00	0,89	0,02	1,95	3,28	0,02	0,52
	21	17,85	0,44	2,48	0,80	0,01	0,93	3,29	0,03	0,91
	28	17,02	0,10	0,56	0,85	0,00	0,31	3,27	0,01	0,43
	35	20,63	1,07	5,18	0,80	0,01	1,09	3,37	0,00	0,15
	42	19,55	0,29	1,48	0,90	0,02	2,31	3,40	0,06	1,88

Tabla 31 –Objetivo 4/Campaña 1

Pérdida de peso (g)													
Días	Días en Vida útil	Mad 1			Mad 1			Mad 2			Mad 2		
		0°C			2°C			0°C			2°C		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0
	4	2,44	0,48	19,73	2,36	0,35	15,02	2,06	0,43	20,81	2,06	0,43	20,81
	8	3,69	0,74	19,96	3,79	0,54	14,13	3,71	0,70	18,90	3,71	0,70	18,90
	12	5,02	1,12	22,38	5,02	1,12	22,38	4,45	1,42	31,97	4,45	1,42	31,97
14	0	0,64	0,16	24,88	0,35	0,06	17,28	0,89	0,26	28,67	0,73	0,27	37,05
	4	2,54	0,52	20,36	2,01	0,66	32,68	2,50	0,73	29,18	2,81	0,60	21,49
	8	3,96	0,79	19,97	4,45	0,96	21,48	4,12	0,90	21,74	4,57	1,09	23,87
	12	5,55	0,86	15,42	5,16	1,04	20,23	5,58	1,26	22,57	6,36	1,15	18,08
28	0	1,08	0,47	43,23	1,09	0,37	33,49	2,51	0,55	21,77	1,44	0,34	23,39
	4	2,76	0,45	16,25	2,71	0,72	26,62	3,85	0,89	22,96	4,12	0,61	14,73
	8	3,43	0,73	21,14	4,19	1,08	25,75	4,62	0,88	19,06	5,52	1,37	24,76
	12	5,23	0,83	15,80	5,71	1,78	31,25	5,09	0,47	9,32	4,76	1,64	34,41
42	0	2,18	0,53	24,08	1,97	0,47	23,65	2,02	0,63	31,12	1,46	0,37	25,14
	4	4,17	1,44	34,50	2,91	0,61	21,11	3,16	0,69	21,69	2,44	0,57	23,34
	8	4,47	1,19	26,71	4,25	1,00	23,50	5,20	1,14	21,99	4,59	1,01	22,02
	12	5,75	1,16	20,16	5,36	0,80	14,94	5,80	0,74	12,78	6,47	0,82	12,61

Tabla 32 – Objetivo 4/Campaña 1

Parámetros de Color											
Ensayo	Días	Días en Vida útil	L*			a*			b*		
			Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Mad 1 0°C	0	0	50,11	1,87	3,73	-13,72	0,52	-3,77	26,90	2,90	10,78
		4	49,54	2,30	4,65	-12,51	0,60	-4,80	27,19	3,69	13,58
		8	47,69	2,22	4,65	-11,19	1,18	-10,55	26,59	3,42	12,88
		12	46,04	2,42	5,26	-8,70	1,82	-20,92	24,86	4,14	16,65
	14	0	50,29	2,67	5,31	-13,39	1,06	-7,90	28,57	2,76	9,64
		4	47,16	2,52	5,34	-10,30	0,83	-8,08	24,52	2,84	11,59
		8	45,69	2,07	4,53	-8,66	1,71	-19,69	26,50	3,73	14,08
		12	46,26	1,29	2,79	-6,88	1,95	-28,34	28,51	3,42	12,00
	28	0	49,51	1,56	3,14	-12,55	0,68	-5,42	26,08	1,46	5,60
		4	46,16	1,81	3,92	-10,51	0,69	-6,56	23,56	2,57	10,89
		8	45,31	1,22	2,69	-9,18	0,78	-8,45	23,78	2,09	8,77
		12	46,63	2,23	4,78	-5,78	2,11	-36,61	26,33	3,76	14,27
	42	0	48,70	1,49	3,06	-10,42	0,97	-9,27	26,70	2,08	7,81
		4	47,24	1,51	3,21	-9,01	1,35	-14,95	26,46	2,78	10,52
		8	46,18	1,97	4,26	-7,13	1,78	-25,02	26,35	3,61	13,69
		12	47,27	3,10	6,56	-2,19	5,85	-267,75	28,25	4,63	16,39
Mad 1 2°C	0	0	50,11	1,87	3,73	-13,72	0,52	-3,77	26,90	2,90	10,78
		4	49,54	2,30	4,65	-12,51	0,60	-4,80	27,19	3,69	13,58
		8	47,69	2,22	4,65	-11,19	1,18	-10,55	26,59	3,42	12,88
		12	46,04	2,42	5,26	-8,70	1,82	-20,92	24,86	4,14	16,65
	14	0	52,01	2,22	4,27	-12,59	1,08	-8,55	29,62	2,05	6,92
		4	47,57	1,57	3,31	-10,89	1,15	-10,59	26,56	1,72	6,49
		8	46,47	1,75	3,76	-8,94	2,22	-24,84	27,84	3,63	13,03
		12	46,05	1,35	2,94	-7,73	1,67	-21,61	28,25	2,64	9,36
	28	0	50,27	2,61	5,20	-12,69	1,59	-12,57	28,97	3,23	11,13
		4	47,30	1,09	2,31	-10,50	0,66	-6,25	26,55	2,15	8,11
		8	46,48	1,80	3,87	-8,58	1,06	-12,36	25,89	2,87	11,09
		12	47,27	2,31	4,88	-7,23	1,65	-22,77	27,45	2,90	10,56
	42	0	50,35	2,40	4,78	-11,03	0,86	-7,84	27,84	2,22	7,98
		4	47,47	1,21	2,54	-9,50	0,89	-9,38	25,98	1,75	6,72
		8	45,81	1,41	3,09	-7,85	1,96	-25,03	24,45	1,79	7,33
		12	48,14	1,80	3,73	-3,71	2,51	-67,61	30,18	3,66	12,11

Tabla 33 – Objetivo 4/Campaña 1

Parámetros de Color											
Ensayo	Días	Días en Vida útil	L*			a*			b*		
			Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Mad 2 0°C	0	0	52,33	1,57	3,00	-9,02	2,33	-25,87	29,24	2,77	9,48
		4	49,18	2,46	5,00	-6,78	2,37	-34,94	27,56	3,60	13,06
		8	47,58	1,37	2,87	-4,57	1,47	-32,18	24,90	2,72	10,92
		12	48,19	1,24	2,57	-4,55	1,97	-43,21	26,03	2,03	7,80
	14	0	49,97	2,48	4,95	-8,07	1,78	-22,11	28,17	2,42	8,59
		4	48,45	2,62	5,41	-5,17	2,07	-39,99	26,46	3,64	13,75
		8	48,45	1,07	2,21	-4,55	2,30	-50,54	25,09	3,95	15,75
		12	49,02	1,39	2,83	-3,20	1,76	-55,01	24,19	4,57	18,88
	28	0	48,70	1,57	3,21	-5,43	2,10	-38,73	26,06	3,01	11,57
		4	47,78	1,65	3,45	-4,44	2,05	-46,15	25,78	1,85	7,17
		8	47,63	1,73	3,63	-2,75	1,70	-61,94	25,21	3,00	11,90
		12	46,48	1,26	2,70	-1,98	0,85	-42,97	21,68	1,88	8,66
	42	0	51,58	1,49	2,89	-3,82	0,84	-22,11	25,93	5,00	19,28
		4	48,99	1,53	3,13	-6,14	2,64	-43,04	22,07	2,26	10,23
		8	46,57	3,40	7,31	-0,86	0,37	-43,38	21,61	4,59	21,23
		12	47,01	2,98	6,34	-4,44	2,73	-61,47	27,45	4,42	16,10
Mad 2 2°C	0	0	52,33	1,57	3,00	-9,02	2,33	-25,87	29,24	2,77	9,48
		4	49,18	2,46	5,00	-6,78	2,37	-34,94	27,56	3,60	13,06
		8	47,58	1,37	2,87	-4,57	1,47	-32,18	24,90	2,72	10,92
		12	48,19	1,24	2,57	-4,55	1,97	-43,21	26,03	2,03	7,80
	14	0	51,34	2,75	5,35	-9,58	2,39	-24,96	29,13	3,52	12,07
		4	47,46	2,79	5,88	-6,53	2,52	-38,66	25,50	3,17	12,44
		8	47,82	1,35	2,83	-4,81	2,91	-60,55	24,97	3,31	13,25
		12	48,50	2,34	4,82	-2,81	1,49	-53,18	24,46	4,88	19,93
	28	0	50,15	1,68	3,35	-6,39	2,89	-45,29	27,81	2,09	7,50
		4	47,56	1,79	3,76	-5,44	1,88	-34,55	25,26	2,53	10,03
		8	46,92	1,96	4,18	-2,38	0,84	-35,43	24,00	2,29	9,52
		12	45,14	2,32	5,13	-1,36	0,70	-51,54	21,10	4,71	22,32
	42	0	51,60	1,58	3,06	-6,60	2,02	-30,66	26,28	2,31	8,77
		4	48,23	1,46	3,02	-6,11	1,89	-30,96	23,42	3,09	13,19
		8	43,72	2,04	4,67	-2,11	0,78	-36,99	18,55	3,57	19,27
		12	48,00	2,02	4,21	-0,45	0,38	-84,24	29,57	3,03	10,24

Tabla 34 – Objetivo 4/Campaña 1

Punción de la piel											
Ensayo	Días	Días en Vida útil	FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
			Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Mad 1 0°C	0	0	1,33	0,20	15,01	0,743	0,198	26,65	1,57	0,33	20,88
		4	1,23	0,20	16,49	1,485	0,322	21,67	0,74	0,21	28,65
		8	0,75	0,39	51,82	1,189	0,579	48,69	0,44	0,17	39,61
		12	0,45	0,19	42,07	1,635	0,518	31,66	0,26	0,09	35,97
	14	0	1,37	0,21	15,65	1,130	0,263	23,25	1,23	0,21	17,34
		4	0,40	0,07	18,07	1,134	0,197	17,34	0,35	0,04	12,99
		8	0,30	0,06	20,96	1,349	0,365	27,03	0,23	0,04	15,57
		12	0,25	0,04	16,46	1,263	0,227	17,98	0,20	0,03	17,33
	28	0	0,91	0,18	19,57	1,313	0,204	15,50	0,68	0,09	12,88
		4	0,36	0,08	23,07	1,183	0,282	23,83	0,30	0,05	17,16
		8	0,27	0,05	16,76	1,128	0,277	24,57	0,24	0,04	17,94
		12	0,24	0,05	21,95	1,381	0,347	25,09	0,18	0,04	21,33
	42	0	0,64	0,16	25,28	1,333	0,452	33,88	0,49	0,06	12,76
		4	0,37	0,12	33,59	1,473	0,539	36,62	0,26	0,07	27,53
		8	0,28	0,07	25,16	1,287	0,334	25,97	0,22	0,04	18,39
		12	0,24	0,06	23,88	1,507	0,427	28,36	0,16	0,03	21,10
Mad 1 2°C	0	0	1,33	0,20	15,01	0,743	0,198	26,65	1,57	0,33	20,88
		4	1,23	0,20	16,49	1,485	0,322	21,67	0,74	0,21	28,65
		8	0,75	0,39	51,82	1,189	0,579	48,69	0,44	0,17	39,61
		12	0,45	0,19	42,07	1,635	0,518	31,66	0,26	0,09	35,97
	14	0	1,37	0,21	15,65	1,130	0,263	23,25	1,23	0,21	17,34
		4	0,59	0,29	49,47	1,385	0,286	20,64	0,41	0,12	29,72
		8	0,35	0,07	20,59	1,597	0,373	23,37	0,22	0,05	23,07
		12	0,33	0,09	27,02	1,728	0,546	31,62	0,20	0,05	23,18
	28	0	0,91	0,18	19,57	1,313	0,204	15,50	0,68	0,09	12,88
		4	0,41	0,09	21,76	1,308	0,307	23,51	0,32	0,04	12,72
		8	0,35	0,09	24,53	1,459	0,392	26,86	0,24	0,04	16,20
		12	0,28	0,08	27,40	1,813	0,738	40,70	0,17	0,05	29,60
	42	0	0,99	0,14	14,61	1,531	0,322	21,05	0,65	0,08	11,79
		4	0,39	0,11	27,76	1,243	0,400	32,19	0,32	0,05	15,86
		8	0,29	0,07	24,15	1,244	0,285	22,88	0,23	0,04	18,73
		12	0,25	0,08	30,19	1,304	0,449	34,41	0,19	0,03	14,40

Tabla 35 – Objetivo 4/Campaña 1

Punción de la piel											
Ensayo	Días	Días en Vida útil	FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
			Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Mad 2 0°C	0	0	1,08	0,13	12,28	0,617	0,083	13,45	1,42	0,20	14,28
		4	0,66	0,12	18,09	1,413	0,281	19,89	0,47	0,10	20,59
		8	0,34	0,08	24,62	1,364	0,404	29,63	0,25	0,06	22,25
		12	0,30	0,08	26,78	1,634	0,648	39,64	0,20	0,06	31,36
	14	0	1,27	0,19	14,66	0,900	0,140	15,51	1,41	0,24	16,89
		4	0,69	0,27	38,34	1,449	0,353	24,37	0,47	0,10	21,04
		8	0,37	0,14	36,90	1,564	0,534	34,13	0,24	0,06	23,25
		12	0,31	0,09	27,95	2,186	0,525	24,01	0,15	0,04	27,38
	28	0	0,88	0,20	23,20	1,174	0,226	19,24	0,73	0,15	20,45
		4	0,32	0,10	31,09	1,443	0,453	31,38	0,23	0,06	24,23
		8	0,36	0,12	32,91	1,779	0,526	29,55	0,21	0,05	21,92
		12	0,29	0,13	46,38	1,838	0,751	40,87	0,16	0,05	29,79
	42	0	0,84	0,27	32,44	1,564	0,392	25,07	0,55	0,17	30,96
		4	0,41	0,11	25,85	1,656	0,568	34,32	0,26	0,07	27,67
		8	0,24	0,09	38,81	1,635	0,549	33,56	0,15	0,04	28,19
		12	0,25	0,05	21,32	1,435	0,360	25,07	0,18	0,03	17,55
Mad 2 2°C	0	0	1,08	0,13	12,28	0,850	0,083	9,76	1,49	0,20	13,65
		4	0,66	0,12	18,09	1,360	0,281	20,67	0,47	0,10	20,59
		8	0,34	0,08	24,62	2,920	0,404	13,84	0,16	0,06	35,30
		12	0,30	0,08	26,78	2,130	0,648	30,41	0,15	0,06	41,81
	14	0	1,25	0,19	14,94	0,900	0,140	15,51	1,41	0,24	16,89
		4	0,67	0,27	39,56	1,449	0,353	24,37	0,47	0,10	21,04
		8	0,39	0,12	30,58	3,274	1,486	45,38	0,14	0,08	53,90
		12	0,31	0,09	27,95	2,186	0,525	24,01	0,15	0,04	27,38
	28	0	0,61	0,20	33,37	0,850	0,226	26,57	1,49	0,15	10,01
		4	0,35	0,10	28,07	1,360	0,453	33,31	0,48	0,06	11,59
		8	0,32	0,12	36,74	2,930	0,526	17,94	0,16	0,05	28,23
		12	0,53	0,13	25,39	2,130	0,751	35,27	0,15	0,05	32,03
	42	0	0,66	0,27	41,17	1,564	0,392	25,07	0,44	0,17	38,60
		4	0,35	0,11	30,37	1,690	0,568	33,63	0,22	0,07	32,45
		8	0,26	0,09	36,38	1,660	0,549	33,05	0,16	0,04	26,87
		12	0,23	0,08	32,98	1,338	0,514	38,38	0,18	0,04	21,39

Tabla 36 – Objetivo 4/Campaña 1

Penetración de la pulpa											
Ensayo	Días	Días en Vida útil	FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
			Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Mad 1 0°C	0	0	6,19	1,87	30,20	2,61	0,27	10,52	2,29	0,71	30,77
		4	4,10	1,98	48,36	3,37	0,97	28,85	1,08	0,39	36,27
		8	1,43	1,35	94,77	2,74	1,20	43,77	0,38	0,27	72,52
		12	0,60	0,48	80,37	3,63	1,44	39,78	0,19	0,13	68,94
	14	0	5,91	1,13	19,06	3,17	0,37	11,73	1,82	0,34	18,55
		4	0,58	0,13	21,75	3,09	1,49	48,31	0,23	0,10	44,69
		8	0,43	0,09	20,35	3,57	1,49	41,68	0,14	0,06	41,12
		12	0,41	0,07	17,37	3,79	1,58	41,71	0,13	0,06	44,27
	28	0	1,32	0,32	23,82	2,14	0,55	25,51	0,63	0,16	24,74
		4	0,55	0,12	21,57	3,10	1,07	34,56	0,19	0,07	35,25
		8	0,43	0,08	17,95	3,48	1,93	55,48	0,17	0,10	58,78
		12	0,33	0,10	30,92	3,75	1,88	50,14	0,12	0,07	60,00
	42	0	0,79	0,13	15,87	2,33	1,05	45,15	0,38	0,14	36,02
		4	0,42	0,17	39,96	4,29	1,54	36,03	0,11	0,08	72,98
		8	0,43	0,12	27,23	3,74	1,37	36,52	0,13	0,07	50,35
		12	0,31	0,13	41,52	4,02	1,77	44,14	0,10	0,06	64,58
Mad 1 2°C	0	0	6,19	1,87	30,20	2,61	0,27	10,52	2,29	0,71	30,77
		4	4,10	1,98	48,36	3,37	0,97	28,85	1,08	0,39	36,27
		8	1,43	1,35	94,77	2,74	1,20	43,77	0,38	0,27	72,52
		12	0,60	0,48	80,37	3,63	1,44	39,78	0,19	0,13	68,94
	14	0	5,91	1,13	19,06	3,17	0,37	11,73	1,82	0,34	18,55
		4	0,72	0,51	70,92	2,67	0,75	28,30	0,29	0,19	66,02
		8	0,43	0,12	27,72	3,35	1,57	46,82	0,15	0,07	47,49
		12	0,37	0,06	17,66	3,76	1,69	44,86	0,12	0,05	42,98
	28	0	1,32	0,32	23,82	2,14	0,55	25,51	0,63	0,16	24,74
		4	0,56	0,14	24,03	2,76	1,12	40,65	0,22	0,07	32,43
		8	0,46	0,10	20,81	2,87	1,23	43,02	0,18	0,06	34,81
		12	0,37	0,10	27,99	3,67	1,53	41,82	0,12	0,06	53,29
	42	0	1,36	0,36	26,35	2,04	0,45	21,97	0,68	0,17	24,60
		4	0,52	0,12	22,10	3,88	1,38	35,51	0,15	0,05	35,11
		8	0,41	0,12	30,11	3,63	1,26	34,63	0,12	0,06	45,21
		12	0,35	0,07	21,37	3,90	1,84	47,34	0,11	0,06	50,58

Tabla 37 – Objetivo 4/Campaña 1

Penetración de la pulpa											
Ensayo	Días	Días en Vida útil	FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
			Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Mad 2 0°C	0	0	3,86	0,66	17,11	1,81	0,46	25,18	2,09	0,52	24,80
		4	0,78	0,21	26,57	2,60	1,42	54,67	0,35	0,13	37,65
		8	0,45	0,20	43,38	3,26	1,40	42,98	0,16	0,06	40,66
		12	0,32	0,08	25,79	2,90	1,06	36,63	0,13	0,05	39,79
	14	0	4,17	1,24	29,69	2,45	0,26	10,73	1,69	0,47	27,57
		4	0,71	0,17	24,39	2,77	1,14	41,05	0,30	0,15	48,70
		8	0,39	0,12	30,58	3,27	1,49	45,38	0,14	0,08	53,90
		12	0,31	0,14	47,20	5,35	1,13	21,09	0,06	0,04	63,88
	28	0	1,39	0,26	18,73	2,22	0,30	13,28	0,63	0,13	19,97
		4	0,35	0,13	36,18	3,97	1,81	45,46	0,11	0,09	82,34
		8	0,32	0,10	30,52	4,55	1,92	42,15	0,09	0,06	69,48
		12	0,21	0,09	40,15	5,14	1,65	32,11	0,05	0,04	74,38
	42	0	0,93	0,60	64,30	2,75	1,41	51,31	0,39	0,25	63,15
		4	0,36	0,18	49,55	3,48	1,97	56,75	0,14	0,10	70,63
		8	0,26	0,13	49,14	5,35	1,98	36,98	0,05	0,04	80,15
		12	0,30	0,08	28,19	4,15	1,89	45,54	0,09	0,06	62,99
Mad 2 2°C	0	0	3,86	0,66	17,11	1,81	0,46	25,18	2,09	0,52	24,80
		4	0,78	0,21	26,57	2,60	1,42	54,67	0,35	0,13	37,65
		8	0,45	0,20	43,38	3,26	1,40	42,98	0,16	0,06	40,66
		12	0,32	0,08	25,79	2,90	1,06	36,63	0,13	0,05	39,79
	14	0	4,29	1,24	28,84	2,47	0,26	10,65	1,71	0,47	27,28
		4	0,70	0,17	24,86	2,66	1,14	42,75	0,33	0,15	44,57
		8	0,56	0,27	47,33	2,71	0,35	13,03	0,35	0,10	28,13
		12	0,32	0,14	45,27	5,69	1,13	19,84	0,06	0,04	63,88
	28	0	0,99	0,26	26,22	2,69	0,30	10,97	0,41	0,13	30,51
		4	0,34	0,13	37,62	4,03	1,81	44,83	0,11	0,09	82,34
		8	0,29	0,10	33,28	4,73	1,92	40,54	0,08	0,06	77,95
		12	0,57	0,09	15,05	3,51	1,65	47,02	0,24	0,04	15,21
	42	0	0,69	0,60	87,02	2,67	1,41	52,84	0,33	0,25	74,89
		4	0,35	0,18	50,81	4,53	1,97	43,59	0,11	0,10	88,99
		8	0,27	0,12	44,04	5,91	1,54	26,12	0,05	0,04	76,74
		12	0,34	0,11	31,74	3,88	1,74	44,90	0,12	0,06	51,45

Tabla 38 – Objetivo 4/Campaña 1

Parámetros químicos												
Ensayo	Días	Días en Vida útil	SST (° Brix)			Acidez (%ácido málico)			pH			SST / Acidez
			Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV	
Mad 1 0°C	0	0	18,60	0,23	1,24	1,16	0,02	1,73	3,16	0,02	0,63	16,05
		4	19,00	0,45	2,37	0,97	0,01	1,03	3,21	0,01	0,31	19,56
		8	20,20	0,12	0,59	0,82	0,09	10,92	3,22	0,05	1,55	24,51
		12	21,10	0,32	1,52	0,77	0,10	12,98	3,27	0,03	0,92	27,38
	14	0	17,10	0,19	1,11	1,01	0,05	4,94	3,21	0,01	0,31	16,90
		4	19,20	0,43	2,24	0,55	0,02	3,62	3,22	0,01	0,31	34,74
		8	19,90	0,22	1,11	0,53	0,04	7,61	3,24	0,04	1,23	37,84
		12	21,50	0,53	2,47	0,61	0,07	11,48	3,31	0,02	0,60	35,26
	28	0	18,40	0,34	1,85	0,90	0,09	10,02	3,32	0,02	0,60	20,49
		4	19,20	0,14	0,73	0,56	0,01	1,79	3,30	0,04	1,21	34,44
		8	19,00	0,23	1,21	0,55	0,01	1,82	3,30	0,01	0,30	34,67
		12	20,50	0,63	3,07	0,40	0,05	12,44	3,37	0,01	0,30	51,00
	42	0	18,10	0,41	2,27	0,42	0,04	9,48	3,31	0,02	0,60	42,88
		4	21,20	0,19	0,90	0,24	0,07	29,02	3,04	0,04	1,32	87,89
		8	19,70	0,18	0,91	0,23	0,06	25,59	3,32	0,01	0,30	84,01
		12	21,10	0,14	0,66	0,13	0,09	70,70	3,28	0,02	0,61	165,75
Mad 1 2°C	0	0	18,60	0,22	1,18	1,16	0,01	0,86	3,16	0,01	0,32	16,05
		4	19,00	0,52	2,74	0,97	0,02	2,06	3,21	0,04	1,25	19,56
		8	20,20	0,87	4,31	0,82	0,02	2,43	3,22	0,03	0,93	24,51
		12	21,10	0,98	4,64	0,77	0,03	3,89	3,27	0,02	0,61	27,38
	14	0	17,60	0,34	1,93	0,93	0,05	5,37	3,24	0,03	0,93	18,90
		4	18,60	0,17	0,91	0,68	0,09	13,30	3,27	0,03	0,92	27,49
		8	22,20	0,16	0,72	0,52	0,08	15,31	3,18	0,01	0,31	42,48
		12	22,10	0,19	0,86	0,62	0,02	3,21	3,30	0,01	0,30	35,47
	28	0	17,70	0,45	2,54	0,93	0,11	11,85	3,39	0,06	1,77	19,07
		4	19,26	0,75	3,89	0,49	0,09	18,33	3,28	0,02	0,61	39,22
		8	20,10	0,51	2,54	0,56	0,03	5,39	3,31	0,01	0,30	36,14
		12	21,90	0,37	1,69	0,32	0,09	28,28	3,40	0,01	0,29	68,81
	42	0	18,70	0,24	1,28	0,17	0,12	70,24	3,30	0,05	1,52	109,45
		4	18,50	0,42	2,27	0,10	0,02	19,90	3,01	0,02	0,66	184,08
		8	18,70	0,28	1,50	0,21	0,13	61,02	3,28	0,02	0,61	87,77
		12	20,40	0,18	0,88	0,13	0,06	47,63	3,19	0,01	0,31	161,96

Tabla 39 – Objetivo 4/Campaña 1

Parámetros químicos												
Ensayo	Días	Días en Vida útil	SST (° Brix)			Acidez (%ácido málico)			pH			SST / Acidez
			Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV	
Mad 2 0°C	0	0	20,70	0,41	1,98	0,61	0,13	21,32	3,39	0,02	0,59	33,95
		4	21,66	0,52	2,40	0,59	0,09	15,26	3,43	0,02	0,58	36,74
		8	21,20	0,43	2,03	0,73	0,11	15,06	3,46	0,01	0,29	29,03
		12	25,50	0,28	1,10	0,49	0,19	38,85	3,49	0,01	0,29	52,14
	14	0	21,60	0,29	1,34	0,68	0,09	13,17	3,39	0,02	0,59	31,61
		4	23,50	0,51	2,17	0,46	0,08	17,56	3,46	0,01	0,29	51,58
		8	23,90	0,34	1,42	0,60	0,01	1,68	3,41	0,04	1,17	40,08
		12	26,40	0,56	2,12	0,39	0,06	15,31	3,55	0,03	0,85	67,36
	28	0	23,20	0,43	1,85	0,21	0,01	4,66	3,43	0,07	2,04	108,21
		4	25,60	0,22	0,86	0,37	0,07	18,82	3,46	0,01	0,29	68,84
		8	24,40	0,43	1,76	0,13	0,02	14,93	3,46	0,02	0,58	182,09
		12	24,10	0,28	1,16	0,17	0,02	11,94	3,50	0,03	0,86	143,88
	42	0	22,00	0,17	0,77	0,41	0,04	9,79	3,29	0,02	0,61	53,83
		4	22,80	0,27	1,18	0,27	0,01	3,64	3,48	0,03	0,86	83,00
		8	25,00	0,33	1,32	0,44	0,04	9,18	3,53	0,01	0,28	57,41
		12	26,30	0,34	1,29	0,19	0,02	10,66	3,25	0,05	1,54	140,19
Mad 2 2°C	0	0	20,70	0,75	3,62	0,61	0,05	8,20	3,39	0,01	0,29	33,95
		4	21,80	0,18	0,83	0,59	0,07	11,87	3,43	0,02	0,58	36,97
		8	24,20	0,23	0,95	0,12	0,09	72,61	3,42	0,01	0,29	195,24
		12	25,40	0,69	2,72	0,49	0,12	24,53	3,49	0,04	1,15	51,93
	14	0	20,53	0,47	2,29	0,68	0,45	66,17	3,39	0,02	0,59	30,19
		4	23,60	0,27	1,14	0,58	0,12	20,83	3,42	0,01	0,29	40,96
		8	23,10	0,49	2,12	0,54	0,11	20,52	3,39	0,01	0,29	43,10
		12	26,80	0,48	1,79	0,34	0,09	26,34	3,61	0,01	0,28	78,43
	28	0	21,25	0,62	2,92	0,33	0,03	9,18	3,44	0,03	0,87	64,99
		4	22,60	0,52	2,30	0,08	0,01	12,44	3,27	0,02	0,61	281,09
		8	24,20	0,43	1,78	0,09	0,01	11,48	3,49	0,06	1,72	277,84
		12	23,60	0,23	0,97	0,08	0,01	12,44	3,45	0,02	0,58	293,53
	42	0	21,13	0,76	3,60	0,41	0,07	16,99	3,36	0,01	0,30	51,28
		4	22,40	0,88	3,93	0,23	0,02	8,78	3,47	0,01	0,29	98,33
		8	24,50	0,23	0,94	0,42	0,04	9,48	3,53	0,03	0,85	58,04
		12	26,50	0,53	2,00	0,17	0,01	5,97	3,55	0,04	1,13	158,21

Tabla 40 – Objetivo 4/Campaña 2

Pérdida de peso (g)							
Días	Días de Vida útil	Mad 1			Mad 2		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV
0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,93	0,21	22,12	1,20	0,36	29,84
	6	2,26	0,73	32,19	2,08	0,45	21,58
7	0	0,23	0,11	45,06	0,20	0,08	38,19
	3	0,90	0,20	22,23	1,41	0,35	24,91
	6	1,87	0,58	30,98	2,47	0,69	27,75
14	0	0,46	0,26	56,78	0,32	0,08	25,35
	3	1,46	0,44	30,17	1,28	0,24	18,76
	6	1,99	0,36	18,05	2,41	0,68	28,43
21	0	0,52	0,32	61,25	0,38	0,12	31,51
	3	1,33	0,31	23,69	1,67	0,31	18,89
	6	2,76	1,45	52,44	2,63	0,87	33,23
28	0	0,52	0,16	31,21	0,34	0,07	20,46
	3	1,51	0,26	17,05	1,71	0,49	28,48
	6	2,15	0,58	26,87	3,06	1,09	35,71
35	0	0,45	0,16	34,82	0,52	0,11	20,51
	3	1,29	0,40	31,32	1,53	0,44	28,58
	6	2,46	0,68	27,61	2,85	0,56	19,67

Tabla 41 – Objetivo 4/Campaña 2

Maduración 1 – Parámetros de color										
Días	Días de Vida útil	L*			a*			b*		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
0	0	51,52	1,40	2,72	-13,49	1,13	-8,35	31,68	1,29	4,09
	3	51,31	1,52	2,97	-12,53	0,76	-6,09	29,95	1,75	5,85
	6	46,51	1,75	3,75	-9,72	2,08	-21,38	24,16	1,66	6,86
7	0	51,33	0,90	1,75	-13,60	1,07	-7,84	29,77	0,95	3,19
	3	49,40	3,12	6,31	-11,55	1,39	-12,07	29,12	3,25	11,16
	6	44,00	3,16	7,18	-8,49	1,69	-19,95	21,95	3,96	18,05
14	0	50,82	1,77	3,48	-12,86	0,90	-7,00	29,33	1,41	4,80
	3	47,82	2,90	6,07	-8,67	1,19	-13,69	25,63	4,05	15,80
	6	46,15	1,71	3,71	-7,39	0,85	-11,45	23,99	2,16	9,02
21	0	53,23	1,63	3,06	-12,49	1,01	-8,10	30,73	1,62	5,28
	3	49,99	2,37	4,74	-9,60	0,98	-10,19	28,37	3,03	10,67
	6	48,04	1,57	3,27	-5,79	0,95	-16,38	27,35	2,37	8,68
28	0	53,26	1,40	2,63	-12,50	1,47	-11,72	31,33	2,00	6,38
	3	49,82	1,68	3,37	-10,72	0,57	-5,31	28,14	1,62	5,74
	6	49,85	1,34	2,68	-8,53	1,90	-22,30	28,61	2,45	8,57
35	0	52,72	1,19	2,26	-10,61	6,72	-63,30	30,99	1,74	5,61
	3	51,48	2,71	5,26	-9,99	1,21	-12,08	30,04	2,87	9,56
	6	48,06	0,77	1,60	-5,94	0,98	-16,55	24,33	1,37	5,64

Tabla 42 – Objetivo 4/Campaña 2

Maduración 2 – Parámetros de color										
Días	Días de Vida útil	L*			a*			b*		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
0	0	53,00	1,85	3,48	-10,05	1,42	-14,10	33,41	2,44	7,31
	3	48,82	2,62	5,38	-7,37	0,85	-11,58	29,36	3,03	10,31
	6	43,74	2,01	4,59	-5,64	1,12	-19,85	21,36	2,99	13,98
7	0	52,30	1,05	2,01	-10,49	1,21	-11,51	30,17	1,92	6,38
	3	49,15	1,29	2,62	-6,22	1,65	-26,63	27,57	1,57	5,68
	6	48,00	1,03	2,14	-5,68	1,01	-17,78	24,64	1,94	7,88
14	0	53,60	1,40	2,61	-9,18	1,92	-20,95	31,89	1,03	3,24
	3	51,23	1,72	3,36	-6,14	2,29	-37,26	29,70	1,96	6,60
	6	47,60	1,95	4,09	-4,35	1,73	-39,70	24,55	2,72	11,08
21	0	53,49	1,11	2,07	-8,99	2,28	-25,31	32,11	1,09	3,38
	3	52,48	6,34	12,09	-7,27	1,88	-25,84	27,50	2,36	8,58
	6	49,91	1,47	2,94	-4,34	2,41	-55,49	27,24	2,52	9,26
28	0	53,92	1,32	2,44	-9,19	1,46	-15,88	31,71	1,50	4,73
	3	50,65	1,83	3,62	-5,93	1,08	-18,30	27,99	2,69	9,62
	6	49,05	3,28	6,68	-3,77	1,07	-28,45	23,38	4,79	20,51
35	0	54,16	1,46	2,70	-8,16	1,95	-23,88	32,81	1,98	6,03
	3	49,85	2,30	4,61	-5,47	1,59	-29,11	26,94	2,34	8,69
	6	48,88	1,58	3,22	-1,88	2,68	-142,86	26,62	1,59	5,96

Tabla 43 – Objetivo 4/Campaña 2

Maduración 1 – Parámetros reológicos										
Días	Días en Vida útil	Penetración de la piel								
		FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
0	0	5,99	1,26	20,98	2,60	0,25	9,72	2,30	0,45	19,58
	3	2,73	1,29	47,23	2,72	1,08	39,63	1,04	0,40	38,73
	6	0,43	0,56	131,98	4,87	1,74	35,76	0,13	0,22	169,93
7	0	4,63	1,04	22,45	2,43	0,26	10,60	1,89	0,34	18,00
	3	0,79	0,22	27,98	3,54	1,68	47,30	0,26	0,13	49,69
	6	0,46	0,10	22,30	2,94	1,46	49,65	0,19	0,11	59,12
14	0	5,57	1,12	20,13	2,60	0,28	10,87	2,13	0,39	18,23
	3	0,92	0,17	18,28	2,96	1,71	57,74	0,41	0,24	58,68
	6	0,63	0,16	26,07	2,90	1,83	63,11	0,31	0,18	59,92
21	0	4,59	1,34	29,24	2,61	0,44	16,95	1,72	0,28	16,04
	3	0,95	0,22	23,31	3,25	1,27	39,19	0,32	0,14	43,55
	6	0,69	0,21	31,04	2,45	1,24	50,49	0,33	0,16	47,45
28	0	3,21	0,86	26,71	2,64	0,81	30,56	1,29	0,48	37,36
	3	0,72	0,24	32,47	4,12	1,75	42,61	0,24	0,19	80,54
	6	0,58	0,20	34,62	3,73	1,68	45,0	0,18	0,11	61,58
35	0	2,58	0,68	26,44	2,29	0,71	30,89	1,18	0,38	32,30
	3	0,79	0,23	29,08	3,92	1,76	44,86	0,22	0,10	42,75
	6	0,56	0,14	24,86	4,36	1,86	42,69	0,16	0,10	61,30

Tabla 44 – Objetivo 4/Campaña 2

Maduración 2 – Parámetros reológicos										
Días	Días en Vida útil	Penetración de la piel								
		FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
0	0	10,93	1,91	17,43	3,14	0,35	11,16	3,50	0,65	18,66
	3	6,21	1,96	31,54	3,84	0,40	10,43	1,61	0,45	27,75
	6	2,00	1,35	67,82	3,97	0,64	16,15	0,49	0,27	54,44
7	0	8,41	1,44	17,11	2,91	0,28	9,70	2,88	0,47	16,19
	3	3,01	0,48	16,03	3,34	0,33	9,76	0,89	0,12	12,97
	6	1,99	0,27	13,54	3,34	0,45	13,50	0,60	0,11	17,61
14	0	9,23	1,45	15,73	3,26	0,28	8,70	2,83	0,48	17,02
	3	3,38	0,69	20,51	3,43	0,40	11,64	0,98	0,17	17,22
	6	2,24	0,43	19,40	3,73	0,68	18,25	0,59	0,06	10,72
21	0	8,39	0,97	11,61	3,69	0,37	10,00	2,27	0,26	11,66
	3	3,11	0,53	17,20	3,24	0,48	14,85	0,97	0,19	19,94
	6	2,59	0,49	19,07	4,41	0,63	14,24	0,58	0,09	14,79
28	0	7,35	1,36	18,48	3,31	0,32	9,81	2,22	0,42	18,76
	3	2,98	0,67	22,31	3,90	0,68	17,40	0,77	0,18	23,21
	6	1,98	0,44	22,27	3,13	0,64	20,52	0,63	0,09	13,61
35	0	7,00	1,54	21,98	3,37	0,34	10,15	2,07	0,47	22,70
	3	2,79	0,53	18,93	3,35	0,76	22,60	0,84	0,17	19,94
	6	2,55	0,60	23,55	4,92	0,99	20,16	0,52	0,08	16,26

Tabla 45 – Objetivo 4/Campaña 2

Maduración 1 – Parámetros reológicos										
Días	Días de Vida útil	Penetración de la pulpa								
		FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
0	0	6,59	0,94	14,20	2,49	0,24	9,62	2,64	0,27	10,41
	3	6,12	1,13	18,53	3,65	0,41	11,34	1,69	0,36	21,62
	6	2,57	1,70	65,98	2,91	1,14	39,12	0,78	0,31	40,35
7	0	7,46	1,47	19,73	2,89	0,29	10,09	2,56	0,38	15,02
	3	4,61	2,27	49,25	2,87	0,74	25,64	1,47	0,60	40,87
	6	1,06	1,01	94,93	3,57	1,44	40,36	0,36	0,12	33,16
14	0	6,07	1,76	29,02	2,91	0,51	17,50	2,16	0,71	32,80
	3	0,75	0,25	32,78	3,04	1,61	52,95	0,33	0,23	69,83
	6	0,50	0,14	28,94	3,18	1,57	49,34	0,20	0,15	75,64
21	0	5,95	1,03	17,22	2,63	0,47	17,68	2,28	0,44	19,15
	3	0,89	0,16	17,81	2,96	1,48	50,08	0,39	0,22	55,81
	6	0,73	0,19	25,63	1,78	1,08	60,52	0,50	0,21	42,64
28	0	6,31	1,32	20,86	3,16	0,43	13,60	1,99	0,38	19,11
	3	1,02	0,19	19,16	2,81	1,09	38,98	0,40	0,17	41,92
	6	0,88	0,60	68,00	2,12	1,20	56,78	0,47	0,28	59,24
35	0	3,70	1,26	34,01	2,53	0,43	16,91	1,41	0,32	22,81
	3	1,43	0,86	59,94	3,19	1,59	49,75	0,58	0,45	77,53
	6	0,54	0,13	24,52	4,09	1,66	40,47	0,15	0,09	62,43

Tabla 46 – Objetivo 4/Campaña 2

Maduración 2 – Parámetros reológicos										
Días	Días en Vida útil	Penetración de la pulpa								
		FM (N)			DFM (mm)			FM /DFM (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
0	0	12,31	1,25	10,15	3,17	0,23	7,28	3,87	0,31	7,99
	3	9,68	1,37	14,19	4,49	0,47	10,56	2,17	0,37	17,10
	6	5,58	2,67	47,87	4,37	0,88	20,09	1,21	0,41	34,20
7	0	12,26	1,38	11,22	3,44	0,27	7,97	3,55	0,37	10,34
	3	8,47	2,94	34,71	3,87	0,48	12,34	2,15	0,70	32,65
	6	3,11	2,27	72,75	4,05	0,48	11,72	0,75	0,50	66,47
14	0	11,05	2,33	21,05	3,56	0,46	12,96	3,14	0,73	23,31
	3	2,85	0,45	15,86	3,23	0,44	13,65	0,89	0,17	18,96
	6	2,10	0,27	12,96	2,78	0,30	10,87	0,75	0,11	14,69
21	0	11,43	1,42	12,39	3,42	0,33	9,70	3,34	0,54	16,19
	3	3,12	0,42	13,47	3,09	0,41	13,18	1,00	0,09	9,35
	6	2,36	0,28	11,89	2,85	0,38	13,26	0,82	0,06	7,15
28	0	10,08	1,26	12,54	3,87	0,42	10,75	2,62	0,45	17,22
	3	3,22	0,56	17,41	2,84	0,40	14,09	1,12	0,12	11,04
	6	2,83	0,95	33,53	3,78	0,39	10,43	0,74	0,24	32,11
35	0	8,40	1,27	15,15	3,42	0,35	10,31	2,45	0,36	14,74
	3	3,73	1,30	34,86	3,24	0,46	14,19	1,13	0,36	31,79
	6	2,12	0,56	26,24	3,09	0,48	15,39	0,72	0,09	12,74

Tabla 47 – Objetivo 4/Campaña 2

Maduración 1 – Parámetros químicos										
Días	Días en Vida útil	SST (° Brix)			Acidez (%ácido málico)			pH		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
0	0	18,15	0,13	0,71	0,99	0,16	15,86	3,66	0,05	1,46
	3	17,75	0,24	1,34	1,08	0,64	59,33	3,78	0,08	2,19
	6	20,75	0,47	2,24	1,10	0,13	11,79	3,68	0,06	1,73
7	0	16,58	0,45	2,71	1,07	0,32	29,66	3,65	0,01	0,35
	3	17,63	0,61	3,45	1,04	0,26	25,17	3,85	0,05	1,42
	6	18,73	0,22	1,18	1,09	0,30	27,44	4,06	0,11	2,60
14	0	17,48	0,44	2,53	1,11	0,26	23,82	3,81	0,01	0,25
	3	18,60	0,34	1,81	1,03	0,16	15,22	3,91	0,02	0,64
	6	18,65	0,17	0,93	0,96	0,52	54,17	4,13	0,04	0,93
21	0	17,55	0,19	1,09	1,00	0,42	41,89	3,96	0,02	0,43
	3	18,38	0,55	2,99	0,95	0,08	8,79	3,96	0,03	0,85
	6	19,55	0,52	2,66	0,95	0,31	33,16	4,00	0,01	0,38
28	0	17,95	0,59	3,30	0,93	0,20	21,19	3,63	0,49	13,56
	3	19,30	0,64	3,30	1,00	0,21	21,02	4,06	0,03	0,73
	6	18,83	0,49	2,62	1,04	0,47	45,22	3,76	0,02	0,55
35	0	17,85	1,56	8,75	0,96	0,22	22,59	3,85	0,02	0,45
	3	17,63	0,28	1,56	0,95	0,34	36,30	3,75	0,02	0,51
	6	19,75	0,70	3,57	0,95	0,37	38,42	3,71	0,03	0,81

Tabla 48 – Objetivo 4/Campaña 2

Maduración 2 - Parámetros químicos										
Días	Días en Vida útil	SST (° Brix)			Acidez (%ácido málico)			pH		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
0	0	19,98	0,72	3,62	0,91	0,22	23,82	3,67	0,04	1,19
	3	22,25	1,10	4,94	0,96	0,24	24,86	3,98	0,02	0,43
	6	21,43	0,29	1,34	0,96	0,13	13,64	3,96	0,04	1,10
7	0	19,60	0,52	2,67	0,97	0,25	25,40	3,88	0,01	0,15
	3	22,63	0,26	1,16	0,85	0,61	71,64	3,98	0,02	0,38
	6	21,33	0,64	3,02	0,92	0,17	18,95	4,02	0,06	1,44
14	0	20,38	0,15	0,74	0,86	0,18	20,61	4,01	0,01	0,29
	3	21,20	0,18	0,86	0,84	0,11	12,79	3,99	0,01	0,20
	6	21,93	0,44	2,02	0,84	0,11	12,93	4,02	0,01	0,20
21	0	20,45	0,53	2,57	0,83	0,10	11,45	3,95	0,01	0,15
	3	21,50	0,16	0,76	0,90	0,12	13,51	4,05	0,02	0,47
	6	22,40	0,00	0,00	0,88	0,09	10,75	3,80	0,01	0,25
28	0	19,48	0,10	0,49	0,82	0,05	6,16	3,83	0,01	0,33
	3	20,88	0,13	0,60	0,84	0,30	35,99	3,78	0,01	0,37
	6	22,85	0,35	1,54	0,88	0,04	4,57	3,76	0,03	0,84
35	0	20,33	0,13	0,62	0,92	0,35	38,06	3,53	0,02	0,61
	3	21,40	0,51	2,38	0,84	0,08	9,51	3,76	0,02	0,45
	6	22,80	0,76	3,34	0,83	0,27	32,03	3,72	0,02	0,54

Tabla 49 – Objetivo 4/Campaña 3

Pérdida de peso (g)							
Días	Días en Vida útil	Testigo			PPlus®		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV
7	0	0,85	0,22	26,20	0,09	0,05	51,88
	3	2,61	0,92	35,45	0,18	0,07	38,31
	6	4,86	1,15	23,78	0,26	0,12	46,99
21	0	2,03	0,77	38,06	0,10	0,05	56,67
	3	3,96	1,23	31,05	0,23	0,10	44,48
	6	4,60	1,57	34,12	0,26	0,08	31,36
35	0	3,05	1,24	40,56	0,24	0,14	55,77
	3	3,44	1,23	35,74	0,33	0,37	112,36
	6	5,48	2,31	42,08	0,41	0,14	34,26

Tabla 50 – Objetivo 4/Campaña 3

Parámetros de color										
Días	Días en Vida útil	Testigo								
		L*			a*			b*		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
7	0	52,82	1,90	3,61	-14,75	1,59	-10,80	33,94	2,09	6,16
	3	50,25	1,00	1,99	-13,06	1,05	-8,05	31,86	2,28	7,15
	6	48,14	2,08	4,33	-11,56	1,32	-11,42	30,01	3,74	12,45
21	0	50,65	1,65	3,26	-13,32	3,10	-23,26	31,74	7,03	22,15
	3	48,65	2,24	4,61	-11,64	1,45	-12,47	28,20	6,91	24,52
	6	49,15	2,06	4,19	-10,44	1,35	-12,97	27,90	4,37	15,67
35	0	51,27	2,46	4,81	-13,73	1,83	-13,36	31,99	4,72	14,76
	3	47,61	6,84	14,36	-12,21	3,08	-25,20	32,44	2,21	6,80
	6	48,01	7,15	14,89	-10,25	1,56	-15,24	33,07	2,84	8,59

Tabla 51 – Objetivo 4/Campaña 3

Parámetros de Color										
Días	Días en Vida útil	PPlus®								
		L*			a*			b*		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
7	0	51,71	1,04	2,00	-16,06	0,86	-5,35	32,75	2,57	7,84
	3	51,51	0,97	1,89	-15,42	0,43	-2,79	32,90	1,33	4,05
	6	51,38	2,22	4,32	-14,87	0,85	-5,70	32,85	1,62	4,92
21	0	52,34	1,72	3,29	-15,88	1,00	-6,28	34,45	1,49	4,33
	3	51,86	1,73	3,34	-14,65	1,25	-8,52	34,52	1,83	5,30
	6	52,89	1,75	3,32	-14,58	1,35	-9,25	34,63	2,48	7,17
35	0	51,58	1,25	2,42	-15,12	0,89	-5,89	33,58	2,38	7,07
	3	51,58	1,59	3,08	-15,62	1,03	-6,60	33,48	1,79	5,33
	6	44,26	4,91	11,09	-5,98	1,07	-17,95	24,66	5,83	23,64

Tabla 52 – Objetivo 4/Campaña 3

Parámetros reológicos										
Días	Días en Vida útil	Testigo								
		FM Piel (N)			DFM Piel (mm)			FM/DFM Piel (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
7	0	10,03	1,45	14,48	2,07	0,31	14,87	4,91	0,97	19,80
	3	5,76	3,42	59,47	3,01	0,65	21,61	1,95	1,26	64,39
	6	2,83	2,34	82,72	3,29	0,66	20,19	0,79	0,45	56,27
21	0	9,97	1,17	11,69	2,99	0,48	16,07	3,38	0,57	16,83
	3	3,09	0,94	30,48	3,31	0,79	23,90	0,92	0,14	14,73
	6	2,19	0,46	21,13	3,25	0,90	27,63	0,72	0,27	38,03
35	0	8,85	1,68	19,00	3,52	0,79	22,34	2,63	0,82	31,08
	3	3,83	2,31	60,25	2,82	0,65	23,12	1,39	0,86	61,71
	6	2,15	0,55	25,67	4,15	1,02	24,48	0,52	0,12	23,35

Tabla 53 – Objetivo 4/Campaña 3

Parámetros reológicos										
Días	Días en Vida útil	Testigo								
		FM Pulpa (N)			DFM Pulpa (mm)			FM/DFM Pulpa (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
7	0	4,21	1,63	38,67	1,86	0,71	38,32	2,53	0,95	37,49
	3	2,33	2,18	93,86	2,53	1,09	42,91	0,99	0,92	92,37
	6	0,73	0,98	135,05	3,11	1,49	48,04	0,26	0,33	129,99
21	0	4,66	0,77	16,58	2,36	0,34	14,25	1,98	0,37	18,68
	3	0,68	0,37	54,32	3,23	1,44	44,65	0,25	0,18	69,31
	6	0,49	0,21	41,76	2,67	1,59	59,45	0,38	0,72	187,61
35	0	4,48	1,36	30,38	2,74	0,52	19,09	1,64	0,60	36,92
	3	1,24	1,27	102,89	2,97	1,41	47,57	0,54	0,62	114,92
	6	0,40	0,23	57,50	3,51	1,44	41,05	0,13	0,08	61,16

Tabla 54 – Objetivo 4/Campaña 3

Parámetros reológicos										
Días	Días en Vida útil	PPlus®								
		FM Piel (N)			DFM Piel (mm)			FM/DFM Piel (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
7	0	10,11	1,47	14,49	1,70	0,17	9,71	5,95	1,11	18,57
	3	9,40	1,86	19,79	2,04	0,14	6,81	4,61	1,08	23,41
	6	9,83	2,05	20,84	2,15	0,31	14,28	4,67	1,30	27,76
21	0	9,55	1,25	13,11	1,94	0,22	11,43	4,99	1,06	21,32
	3	8,86	1,53	17,29	1,94	0,21	10,85	4,56	0,79	17,24
	6	9,64	2,02	20,96	2,05	0,34	16,80	4,84	1,53	31,67
35	0	10,11	1,47	14,56	1,92	0,48	24,93	5,55	1,65	29,77
	3	8,63	1,83	21,15	2,12	0,35	16,75	4,13	1,09	26,31
	6	6,03	1,54	25,56	2,55	0,22	8,60	2,35	0,60	25,63

Tabla 55 – Objetivo 4/Campaña 3

Parámetros reológicos										
Días	Días en Vida útil	PPlus®								
		FM Pulpa (N)			DFM Pulpa (mm)			FM/DFM Pulpa (Nmm ⁻¹)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
7	0	4,90	1,14	23,29	1,33	0,15	11,44	3,69	1,03	27,78
	3	4,03	1,18	29,32	2,02	0,86	42,37	2,19	0,80	36,36
	6	5,12	1,56	30,51	2,06	0,60	29,17	2,67	1,05	39,49
21	0	4,54	1,14	25,16	1,65	0,33	19,92	2,80	0,80	28,50
	3	4,43	0,81	18,27	1,77	0,43	24,37	2,62	0,75	28,83
	6	5,21	1,32	25,36	1,56	0,19	12,34	3,39	1,04	30,85
35	0	5,51	1,04	18,94	1,78	0,57	32,13	3,30	1,00	30,26
	3	4,49	1,00	22,20	1,84	0,35	19,21	2,46	0,59	24,17
	6	3,89	1,46	37,68	2,39	0,54	22,64	1,69	0,72	42,41

Tabla 56 – Objetivo 4/Campaña 3

Parámetros químicos													
Días	Días en Vida útil	Testigo						PPlus®					
		Acidez (%ácido málico)			SST (° Brix)			Acidez (%ácido málico)			SST (° Brix)		
		Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
7	0	1,10	0,04	0,36	19,50	0,23	1,18	1,08	0,01	0,12	18,08	1,41	7,83
	3	1,12	0,05	0,43	19,37	0,19	0,99	0,97	0,02	0,17	20,17	0,38	1,91
	6	1,12	0,10	0,85	22,35	0,40	1,81	0,98	0,04	0,36	17,71	0,64	3,62
21	0	1,07	0,04	0,40	20,75	1,67	8,07	1,03	0,01	0,14	18,10	0,17	0,96
	3	1,09	0,06	0,58	21,03	0,20	0,96	1,01	0,00	0,03	17,78	0,43	2,44
	6	0,83	0,55	6,59	20,78	0,14	0,69	0,95	0,04	0,46	16,98	0,14	0,85
35	0	1,08	0,03	0,25	20,38	0,66	3,26	1,02	0,01	0,05	17,65	0,17	0,98
	3	1,08	0,02	0,18	20,38	1,76	8,64	0,98	0,04	0,43	16,69	0,33	1,97
	6	1,13	0,06	0,49	23,05	2,14	9,27	0,79	0,01	0,12	18,00	0,69	3,85

ANEXO II

**Tablas con los resultados de análisis de varianza ANOVA,
los valores del efecto del cuadrado medio (MS Effect),
la relación (F),
el nivel de significación (p),
el error del cuadrado medio (Error c. m.) y los grados de libertad (G.L.).**

Tabla 1 – Objetivo 1/Campaña 1

Variable	MS Effect F P		
	Maduración	Error c.m.	G. L.
Fuerza Máxima Pulpa (FM)	54,28 27,64 0,00	1,96	38
Distancia Fuerza Máxima Pulpa (DFM)	6,41 45,22 0,00	0,14	38
Pendiente Pulpa (FM/DFM)	0,41 1,05 0,31	0,38	38
Fuerza Máxima Piel (FM)	0,63 22,0 0,00	0,03	38
Distancia Fuerza Máxima Piel (DFM)	0,16 6,87 0,01	0,02	38
Pendiente Pile (FM/DFM)	0,20 2,74 0,11	0,07	38
Pérdida de peso	96,77 3,98 0,05	24,27	38
Color L*	24,53 8,25 0,01	2,97	18
Color a*	110,22 38,59 0,00	2,86	18
Color b*	27,50 3,42 0,08	8,05	18

Tabla 2 – Objetivo 1/Campaña 2

Variables	Maduración	Error c.m.	G. L.
Fuerza Máxima Pulpa (FM)	106,35 59,08 0,00	1,80	76
Distancia Fuerza Máxima Pulpa (DFM)	1,80 24,45 0,00	0,07	76
Pendiente Pulpa (FM/DFM)	16,12 52,06 0,00	0,31	76
Fuerza Máxima Piel (FM)	267,09 81,19 0,00	3,29	76
Distancia Fuerza Máxima Piel (DFM)	1,14 11,46 0,00	0,10	76
Pendiente Piel (FM/DFM)	42,90 84,63 0,00	0,51	76
Pérdida de peso	1042,17 155,57 0,00	6,70	316
Color L*	31,63 8,39 0,00	3,77	76
Color a*	622,27 205,44 0,00	3,03	76
Color b*	193,81 33,83 0,00	5,73	76
SST	60,03 93,33 0,00	0,64	14
Acidez	13,60 468,28 0,00	0,03	14
pH	0,08 29,61 0,00	0,00	14

Tabla 3 – Objetivo2/Campaña 1

Variable	1 Maduración	2 Temperatura	3 Conservação	1x2 Interacción	1x3 Interacción	2x3 Interacción	Error c.m.	G. L.
Fuerza Máxima Pulpa (FM)	357,30 377,27 0,00	44,35 46,83 0,00	244,82 258,50 0,00	0,08 0,08 0,77	15,17 16,01 0,00	16,68 17,60 0,00	0,95	532
Distancia Fuerza Máxima Pulpa (DFM)	23,05 36,85 0,00	6,92 11,06 0,00	9,63 15,40 0,00	0,98 1,57 0,21	3,80 6,08 0,00	7,65 12,23 0,00	0,63	532
Pendiente Pulpa (FM/DFM)	13,79 105,40 0,00	7,35 56,18 0,00	38,79 296,39 0,00	0,00 0,00 0,98	0,69 5,27 0,00	0,94 7,18 0,00	0,13	532
Fuerza Máxima Punción (FMp)	1,65 9,52 0,00	0,21 1,23 0,27	7,67 44,17 0,00	0,68 3,90 0,05	1,26 7,24 0,00	2,66 15,33 0,00	0,17	532
Distancia Fuerza Máxima Punción (DFMp)	0,00 0,00 0,98	1,11 7,70 0,01	4,80 33,26 0,00	3,45 23,86 0,00	0,40 2,79 0,01	0,78 5,41 0,00	0,15	532
Pendiente Punción (FMp/DFMp)	0,77 17,29 0,00	2,69 60,26 0,00	12,58 282,06 0,00	0,64 14,40 0,00	0,64 14,38 0,00	0,63 14,22 0,00	0,05	532
Pérdida de peso	2,47 23,91 0,00	6,16 59,73 0,00	20,33 197,09 0,00	0,24 2,29 0,13	0,91 8,86 0,00	0,52 5,05 0,00	0,10	252
Color L*	14,64 3,70 0,06	9,62 2,43 0,12	22,38 5,66 0,00	8,14 2,06 0,15	19,85 5,02 0,00	4,20 1,06 0,39	3,96	252
Color a*	1671,19 665,72 0,00	1,10 0,44 0,51	51,23 20,41 0,00	0,00 0,00 0,97	9,07 3,61 0,00	6,40 2,55 0,02	2,51	252
Color b*	5,04 0,74 0,39	32,87 4,81 0,03	24,65 3,61 0,00	25,31 3,71 0,06	18,03 2,64 0,02	4,74 0,69 0,65	6,83	252

Tabla 4 - Objetivo2/Campaña 2

Variable	1 Maduración	2 Temperatura	3 Conservación	1x2 Interacción	1x3 Interacción	2x3 Interacción	Error c.m.	G. L.
Fuerza Máxima Pulpa (FM)	6160850 432,72 0,00	597853,63 41,99 0,00	782873,94 54,99 0,00	392413,72 27,56 0,00	276769,28 19,44 0,00	73530,96 5,15 0,00	14237,48	456
Distancia Fuerza Máxima Pulpa (DFM)	10,36 62,83 0,00	0,02 0,13 0,71	1,28 7,73 0,00	1,00 6,08 0,01	1,69 10,29 0,00	0,30 1,82 0,11	0,16	456
Pendiente Pulpa (FM/DFM)	468585,90 289,23 0,00	55601,74 34,32 0,00	110606,11 68,27 0,00	18880,88 11,65 0,00	7090,18 4,38 0,00	10900,53 6,73 0,00	1620,11	456
Fuerza Máxima Piel (FM)	10028265 434,71 0,00	906053,56 39,28 0,00	1045088,90 45,30 0,00	159965,31 6,93 0,00	123755,36 5,36 0,00	86920,83 3,77 0,00	23069,13	456
Distancia Fuerza Máxima Piel (DFM)	2,73 26,82 0,00	0,06 0,57 0,45	2,096271 20,60 0,00	0,11 1,03 0,31	0,69 6,79 0,00	0,32 3,13 0,00	0,10	456
Pendiente Piel (FM/DFM)	631095,30 271,88 00,0	59616,57 25,68 0,00	179387,30 77,28 00,00	18589,20 8,00 0,00	9833,75 4,24 0,00	11136,32 4,80 0,00	2321,20	456
Pérdida de peso	0,13 7,59 0,00	0,01 0,62 0,43	1,16 65,44 00,0	0,00 0,39 0,53	0,05 3,01 0,01	0,03 1,92 0,09	0,02	216
Color L*	44,07 22,44 0,00	9,15 4,66 0,03	5,89 3,00 0,01	9,94 5,06 0,02	6,59 3,35 0,00	7,30 3,72 0,00	1,96	216
Color a*	771,52 400,97 00,0	0,32 0,16 0,68	11,75 6,11 0,00	0,19 0,10 0,76	1,29 0,67 0,64	3,22 1,68 0,14	1,92	216
Color b*	108,74 37,32 0,00	0,10 0,03 0,85	32,90 11,29 0,00	0,05 0,02 0,89	7,24 2,48 0,03	3,37 1,16 0,33	2,91	216
SST	189,84 598,59 0,00	1,31 4,12 0,05	1,77 5,58 0,00	2,94 9,27 0,00	1,54 4,85 0,00	0,99 3,12 0,01	0,32	72
Acidez	42,53 665,39 0,00	0,64 10,05 0,00	2,94 46,00 0,00	0,14 2,24 0,14	1,23 19,20 0,00	0,70 10,95 0,00	0,06	72
pH	0,00 3,94 0,05	0,06 45,89 0,00	0,23 159,84 0,00	0,01 3,52 0,07	0,06 44,0 0,00	0,06 43,77 0,00	0,00	72

Tabla 5 – Objetivo 2/Plantaciones

Variables	1 Plantación	2 Conservación	1x2 Interacción	Error c.m.	G. L.
Pérdida de Peso	2,22 87,74 0,00	4,85 191,89 0,00	0,74 29,17 0,00	0,03	168
Color L*	62,32 16,45 0,00	13,65 3,60 0,03	4,21 1,11 0,34	3,79	168
Color a*	135,97 57,26 0,00	13,08 5,51 0,00	1,40 0,59 0,74	2,37	168
Color b*	53,17 21,26 0,00	17,15 6,86 0,00	3,82 1,53 0,17	2,50	168
Fuerza Máxima Pulpa (FM)	54,34 26,66 0,00	104,88 51,46 0,00	34,61 16,98 0,00	2,04	348
Distancia Fuerza Máxima Pulpa (DFM)	6,61 32,83 0,00	6,83 33,91 0,00	1,29 6,41 0,00	0,20	348
Pendiente Pulpa (FM/DFM)	12,39 45,89 0,00	29,37 108,75 0,00	4,28 15,86 0,00	0,27	348
Fuerza Máxima Piel (FM)	236,17 60,85 0,00	458,27 118,06 0,00	33,62 8,66 0,00	3,88	348
Distancia Fuerza Máxima Piel (DFM)	17,86 96,71 0,00	3,46 18,75 0,00	2,17 11,73 0,00	0,19	348
Pendiente Piel (FM/DFM)	30,42 66,31 0,00	59,84 130,44 0,00	8,70 18,97 0,00	0,46	348
SST	135,04 477,68 0,00	0,80 2,84 0,71	1,42 5,02 0,00	0,28	36
Acidez	0,09 151,69 0,00	0,04 70,65 0,00	0,00 5,38 0,00	0,00	36

Tabla 6 – Objetivo 3/Campaña 1

Variables	1 Película	2 Conservación	1x2 Interacción	Error c.m.	G. L.
Fuerza Máxima Piel (FM)	6,63 6,36 0,01	245,74 235,78 0,00	3,76 3,621 0,00	1,04	304
Distancia Fuerza Máxima Piel (DFM)	25,70 84,96 0,00	19,22 63,55 0,00	0,94 3,12 0,00	0,30	304
Pendiente Piel (FM/DFM)	0,90 10,28 0,00	29,23 333,30 0,00	0,21 2,36 0,02	0,09	304
Fuerza Máxima Pulpa (FM)	10,08 23,46 0,00	111,06 258,39 0,00	1,15 2,68 0,01	0,43	304
Distancia Fuerza Máxima Pulpa (DFM)	1,44 1,39 0,24	19,55 18,80 0,00	5,70 5,48 0,00	1,04	304
Pendiente Pulpa (FM/DFM)	0,46 9,24 0,00	17,79 357,06 0,00	0,22 4,38 0,00	0,05	304
Pérdida de peso	82,50 1137,38 0,00	5,06 69,70 0,00	4,46 61,46 0,00	0,07	144
Color L*	2,79 0,42 0,52	131,84 19,65 0,00	8,99 1,34 0,23	6,71	304
Color a*	8,32 1,01 0,32	75,37 9,13 0,00	9,08 1,10 0,36	8,26	304
Color b*	16,16 2,01 0,16	221,08 27,47 0,00	20,94 2,60 0,01	8,05	304
SST	2,15 6,97 0,00	10,08 32,63 0,00	1,23 3,98 0,00	0,31	48
Acidez	0,03 51,96 0,00	0,02 46,78 0,00	0,01 13,99 0,00	0,00	48

Tabla 7 – Objetivo 3/Campaña 2

Variables	1 Película	2 Conservación	1x2 Interacción	Error c.m.	G. L.
Fuerza Máxima Piel (FM)	142,15 63,62 0,00	3,42 1,53 0,22	11,30 5,06 0,00	2,23	266
Distancia Fuerza Máxima Piel (DFM)	6,67 34,97 0,00	39,07 204,88 0,00	4,03 21,13 0,00	0,19	266
Pendiente Piel (FM/DFM)	85,34 75,10 0,00	89,38 78,66 0,00	15,75 13,86 0,00	1,14	266
Fuerza Máxima Pulpa (FM)	5,37 3,28 0,00	9,73 5,94 0,02	25,73 15,70 0,00	1,64	266
Distancia Fuerza Máxima Pulpa (DFM)	7,36 35,29 0,00	32,35 155,25 0,00	1,38 6,60 0,00	0,21	266
Pendiente Pulpa (FM/DFM)	17,82 24,60 0,00	26,66 36,80 0,00	7,97 10,99 0,00	0,72	266
Pérdida de peso	89,39 280,87 0,00	6,32 19,85 0,00	4,75 14,92 0,00	0,32	126
Color L*	0,83 0,25 0,62	3,17 0,95 0,46	17,14 5,16 0,00	3,32	126
Color a*	42,55 15,92 0,00	14,02 5,24 0,00	3,68 1,38 0,22	2,67	126
Color b*	3,57 0,35 0,55	34,23 3,39 0,00	19,58 1,94 0,08	10,11	126
SST	0,03 31,61 0,00	0,01 7,31 0,01	0,00 2,37 0,04	0,00	70
Acidez	3,67 3,65 0,00	26,86 26,67 0,00	3,44 3,41 0,01	1,01	70

Tabla 8 – Objetivo 3/Campaña 3

Variables	1 Película	2 Conservación	1x2 Interacción	Error c.m.	G. L.
Fuerza Máxima Piel (FM)	176,82 150,40 0,00	42,46 36,11 0,00	2,58 2,19 0,04	1,176	266
Distancia Fuerza Máxima Piel (DFM)	2,84 13,06 0,00	1,79 8,23 0,00	4,40 20,25 0,00	0,217	266
Pendiente Piel (FM/DFM)	59,30 208,21 0,00	19,22 67,47 0,00	3,60 12,65 0,00	0,285	266
Fuerza Máxima Pulpa (FM)	55,48 80,40 0,00	42,50 61,59 0,00	7,11 10,31 0,00	0,690	266
Distancia Fuerza Máxima Pulpa (DFM)	19,94 9,49 0,00	14,83 7,06 0,00	9,60 4,57 0,00	2,101	266
Pendiente Pulpa (FM/DFM)	23,11 76,96 0,00	5,07 16,88 0,00	1,13 3,76 0,00	0,30	266
Pérdida de peso	60,63 482,31 0,00	1,03 8,17 0,00	0,84 6,72 0,00	0,126	108
Color L*	90,89 13,98 0,00	33,38 5,13 0,02	91,12 14,02 0,00	6,501	266
Color a*	102,00 25,15 0,00	203,37 50,14 0,00	9,80 2,42 0,00	4,061	266
Color b*	141,90 10,35 0,00	1,33 0,10 0,76	167,74 12,23 0,00	13,709	266
SST	10,85 16,62 0,00	156,11 239,10 0,00	33,52 51,34 0,00	0,653	42
Acidez	0,29 78,78 0,00	0,35 95,81 0,00	0,32 85,77 0,00	0,004	42

Tabla 9 – Objetivo 3/ Evaluación Sensorial

Variables	1 Película	2 Conservación	1x2 Interacción	Error c.m.	G. L.
Evaluación Global	92,0 37,71 0,00	3,79 1,55 0,18	5,24 2,15 0,07	2,440	104
Aspecto exterior	4,59 2,60 0,11	3,86 2,19 0,06	2,05 1,16 0,33	1,765	104
Color de la piel	7,39 10,13 0,00	1,19 1,62 0,16	2,00 2,75 0,02	0,730	104
Color de la pulpa	29,25 34,19 0,00	0,36 0,42 0,83	7,79 9,11 0,00	0,856	104
Dulzor	117,0 41,17 0,00	8,12 2,86 0,02	5,68 1,99 0,09	2,842	104
Ácido	69,50 20,52 0,00	13,13 3,88 0,00	4,86 1,44 0,22	3,388	104
Sabores/Olores característicos	91,43 40,79 0,00	3,02 1,35 0,25	1,48 0,66 0,66	2,242	104
Firmeza	17,17 10,45 0,00	13,57 8,27 0,00	6,64 4,04 0,00	1,642	104
Suculencia	87,75 62,66 0,00	1,95 1,40 0,23	2,07 1,48 0,20	1,400	104

Tabla 10 – Objetivo 4/Campaña 1

Variables	1 Maduración	2 Temperatura	3 Conservación	4 Vida útil	Error c.m.	G. L.
Fuerza Máxima Pulpa (FM)	110,18 254,84 0,00	0,48 1,11 0,29	214,85 496,95 0,00	514,34 1189,71 0,00	0,432	1216
Distancia Fuerza Máxima Pulpa (DFM)	16,31 9,14 0,00	6,28 3,52 0,06	40,45 22,65 0,00	153,13 85,74 0,00	1,786	1216
Pendiente Pulpa (FM/DFM)	3,44 68,29 0,00	0,20 3,98 0,05	28,62 568,10 0,00	91,78 1821,93 0,00	0,050	1216
Fuerza Máxima Punción (FMp)	1,84 72,00 0,00	0,24 9,33 0,00	7,90 309,59 0,00	37,81 1481,76 0,00	0,025	1216
Distancia Fuerza Máxima Punción (DFMp)	12,31 57,62 0,00	3,17 14,86 0,00	4,56 21,36 0,00	17,64 82,60 0,00	0,214	1216
Pendiente Punción (FMp/DFMp)	0,54 36,82 0,00	0,02 1,10 0,29	9,47 644,58 0,00	46,94 3194,0 0,00	0,015	1216
Pérdida de peso	7,22 10,26 0,00	0,42 0,60 0,44	44,53 63,24 0,00	564,48 801,56 0,00	0,704	576
Color L*	86,41 21,65 0,00	3,37 0,84 0,36	55,00 13,78 0,00	492,19 123,34 0,00	3,991	597
Color a*	3783,51 689,50 0,00	12,86 2,34 0,13	302,45 55,12 0,00	873,99 159,28 0,00	5,487	597
Color b*	267,98 26,17 0,00	32,69 3,19 0,07	81,73 7,98 0,00	238,62 23,30 0,00	10,239	597

Tabla 10 – Objetivo 4/Campaña 1 (continuación)

Variables	1x2 Interacción	1x3 Interacción	2x3 Interacción	1x4 Interacción	2x4 Interacción	3x4 Interacción	Error c. m.	G. L
Fuerza Máxima Pulpa (FM)	0,09 0,20 0,65	47,81 110,59 0,00	0,14 0,33 0,80	16,04 37,10 0,00	0,05 0,12 0,95	88,05 203,66 0,00	0,432	1216
Distancia Fuerza Máxima Pulpa (DFM)	0,19 0,11 0,74	31,32 17,54 0,00	1,32 0,74 0,53	16,35 9,15 0,00	1,26 0,71 0,55	19,49 10,91 0,00	1,786	1216
Pendiente (FM/DFM)	0,00 0,07 0,79	1,49 29,66 0,00	0,05 1,09 0,35	0,37 7,44 0,00	0,03 0,51 0,68	11,75 233,24 0,00	0,050	1216
Fuerza Máxima Punción (FMp)	0,25 9,61 0,00	2,63 103,25 0,00	0,03 1,36 0,25	0,10 3,92 0,01	0,01 0,58 0,63	1,31 51,26 0,00	0,025	1216
Distancia Fuerza Máxima Punción (DFMp)	0,00 0,00 0,96	2,18 10,21 0,00	2,31 10,81 0,00	4,64 21,70 0,00	1,22 5,70 0,00	4,95 23,18 0,00	0,214	1216
Pendiente Punción (FMp/DFMp)	0,05 3,60 0,06	0,62 42,20 0,00	0,03 1,75 0,15	0,16 10,82 0,00	0,02 1,16 0,32	3,27 222,48 0,00	0,015	1216
Pérdida de peso	0,36 0,52 0,47	6,86 9,75 0,00	2,42 3,43 0,02	1,49 2,12 0,10	2,71 3,84 0,01	4,32 6,13 0,00	0,704	576
Color L*	26,74 6,70 0,01	8,19 2,05 0,11	1,46 0,37 0,78	0,72 0,18 0,91	10,76 2,70 0,05	14,00 3,51 0,00	3,991	597
Color a*	0,35 0,06 0,80	35,70 6,51 0,00	1,76 0,32 0,81	40,84 7,44 0,00	4,77 0,87 0,46	9,18 1,67 0,09	5,487	597
Color b*	29,49 2,88 0,09	72,39 7,07 0,00	9,15 0,89 0,44	59,80 5,84 0,00	13,51 1,32 0,27	90,14 8,80 0,00	10,239	597

Tabla 11 – Objetivo 4/Campaña 2

Variables	1 Maduración	2 Conservación	3 Vida útil	1x2 Interacción	1x3 Interacción	2x3 Interacción	Error c. m.	G. L.
Fuerza Máxima Pulpa (FM)	230,61 259,51 0,00	92,10 103,64 0,00	1287,81 1449,0 0,00	26,37 29,67 0,00	19,71 22,17 0,00	26,19 29,47 0,00	0,888	684
Distancia Fuerza Máxima Pulpa (DFM)	9,50 6,31 0,01	8,41 5,59 0,00	28,60 19,00 0,00	4,18 2,77 0,02	10,98 7,30 0,00	8,48 5,63 0,00	1,504	684
Pendiente Pulpa (FM/DFM)	20,50 194,99 0,00	9,73 92,57 0,00	185,63 1765,84 0,00	2,04 19,41 0,00	0,92 8,75 0,00	2,53 24,07 0,00	0,105	684
Fuerza Máxima Piel (FM)	452,53 262,55 0,00	183,45 106,43 0,00	3296,92 1912,78 0,00	47,58 27,61 0,00	37,46 21,73 0,00	35,02 20,32 0,00	1,724	684
Distancia Fuerza Máxima Piel (DFM)	1,67 6,85 0,01	3,39 13,95 0,00	6,45 26,54 0,00	8,04 33,09 0,00	6,02 24,75 0,00	3,88 15,96 0,00	0,243	684
Pendiente Piel (FM/DFM)	28,94 231,56 0,00	12,26 98,14 0,00	316,68 2533,87 0,00	1,27 10,17 0,00	1,09 8,68 0,00	2,72 21,78 0,00	0,125	
Pérdida de peso	2,47 9,85 0,00	2,48 9,92 0,00	131,08 523,66 0,00	0,36 1,44 0,21	1,33 5,33 0,01	0,20 0,80 0,63	0,250	324
Color L*	58,52 12,76 0,00	61,19 13,34 0,00	841,43 183,40 0,00	27,34 5,96 0,00	5,72 1,25 0,29	10,91 2,38 0,01	4,588	324
Color a*	1151,33 331,31 0,00	59,32 17,07 0,00	752,13 216,43 0,00	7,62 2,19 0,05	6,53 1,88 0,15	5,75 1,66 0,09	3,475	324
Color b*	3,33 0,58 0,44	26,68 4,69 0,00	1262,64 222,07 0,00	27,00 4,75 0,00	31,56 5,55 0,00	29,56 5,20 0,00	5,685	324
SST	296,99 1069,16 0,00	1,33 4,79 0,00	45,30 163,06 0,00	1,26 4,53 0,00	3,07 11,05 0,00	1,06 9,45 0,00	0,277	108
Acidez	62,19 765,57 0,00	3,55 43,70 0,00	0,21 2,64 0,08	0,91 11,17 0,00	0,04 0,44 0,64	1,29 15,83 0,00	0,081	108

Tabla 12 – Objetivo 4/Campaña 3

Variables	1 Conservación	2 Vida útil	3 Película	1x2 Interacción	1x3 Interacción	2x3 Interacción	Error c. m.	G. L.
Fuerza Máxima Piel (FM)	58,62 18,87 0,00	601,98 193,82 0,00	1245,14 400,89 0,00	15,84 5,10 0,00	7,28 2,35 0,10	275,90 88,83 0,00	3,106	342
Distancia Fuerza Máxima Piel (DFM)	6,66 21,97 0,00	9,41 31,07 0,00	111,21 367,03 0,00	3,41 11,24 0,00	1,86 6,14 0,00	0,92 3,05 0,05	0,303	342
Pendiente Piel (FM/DFM)	33,42 35,39 0,00	162,68 172,31 0,00	663,39 702,68 0,00	8,00 8,48 0,00	3,74 3,96 0,02	17,18 18,20 0,00	0,944	342
Fuerza Máxima Pulpa (FM)	1,89 1,32 0,27	155,74 109,02 0,00	584,93 409,45 0,00	5,94 4,16 0,00	2,10 1,47 0,23	103,71 72,60 0,00	1,429	342
Distancia Fuerza Máxima Pulpa (DFM)	5,29 6,29 0,00	11,39 13,56 0,00	82,13 97,74 0,00	3,40 4,05 0,00	1,46 1,74 0,18	1,11 1,32 0,27	0,840	342
Pendiente Pulpa (FM/DFM)	5,73 10,07 0,00	57,31 100,74 0,00	288,53 507,19 0,00	5,19 9,12 0,00	1,80 3,17 0,04	9,30 16,35 0,00	0,569	342
Pérdida de peso	7,12 8,33 0,00	37,72 44,13 0,00	460,29 538,46 0,00	1,93 2,26 0,06	4,46 5,22 0,01	30,17 35,29 0,00	0,855	162
Color L *	71,70 7,64 0,00	113,93 12,14 0,00	87,67 9,34 0,00	34,68 3,69 0,01	28,24 3,00 0,05	24,79 2,64 0,07	9,386	162
Color a*	69,13 19,15 0,00	196,86 54,54 0,00	164,29 45,52 0,00	47,64 13,20 0,00	36,99 10,25 0,00	13,29 3,68 0,03	3,609	162
Color b*	10,87 0,81 0,45	101,42 7,55 0,00	89,10 6,63 0,01	22,54 1,68 0,16	196,28 14,60 0,00	23,26 1,73 0,18	13,440	162
SST	0,52 0,64 0,53	3,59 4,41 0,17	155,29 190,93 0,00	4,64 5,70 0,00	6,79 8,35 0,00	11,04 13,57 0,00	0,813	54
Acidez	0,04 2,12 0,13	0,07 3,70 0,04	0,17 9,73 0,00	0,01 0,71 0,60	0,04 2,31 0,11	0,02 0,90 0,41	0,018	54